Band 31 Heft 3 Januar 1950

COMMONWEALTH INST. ENTOMOLOGY LIBRARY
15 JAN 1950
SERIAL
SEPARA
Em. 270

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON

K. ESCHERICH

Dr. med. et phil., Dr. Dr. h. c., o. ö. Professor em. an der Universität München

PAUL PAREY IN BERLIN UND HAMBURG

Z. ang. Ent. Bd. 31 **Heft 3** *S. 349—508 Bln. 1950*

Inhalt

Originalaufsätze

Der große Tannenborkenkäfer, unter Berücksichtigung seiner beiden Verwandten und der Brutbaumdisposition *Pityokteines curvidens* Germ., *vorontzowi* Jakobs. und *spinidens* Reitt. Von Dr. rer. nat. GUSTAV-DIETRICH KRAEMER. Mit 31 Abbildungen und 11 Tabellen 349

Über die Steigerung der Initialtoxizität und Dauerwirkung des β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[4-chlor-phenyl]-äthans (p, p'-DDT-Wirkstoff). Von Dr. R. RIEMSCHNEIDER. Mit 1 Abbildung 431

Vorteile der Frühbestäubung bei der Nonne unter besonderer Berücksichtigung der Tachinenvermehrung. Von Dr. HELLMUTH GÄBLER 441

Beitrag zur Überwinterung und Fortpflanzungsbiologie von *Blitophaga opaca* L. (Coleopt.). Von Dr. P. BLASZYK und Dr. W. MADEL 455

Studien zur Biologie und Bekämpfung der Kaffeewanzen (*Antestia lineaticollis* Stal. und *A. faceta* Germ.) in Ostafrika. Von Dr. H. G. FIEDLER. Mit 3 Abbildungen 473

Verschiedenes

Tagung der „Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie". Von Dr. H. W. FRICKHINGER 500

H. W. FRICKHINGER 60 Jahre. Von Prof. Dr. K. ESCHERICH 501

Eine Massenüberwinterung des Großen Fichtenborkenkäfers (*Ips typographus* L.) an Kiefern. Von ULRICH SCHINDLER. Mit 2 Abbildungen 503

Referate 505

Schriftleitung: Geh. Reg.-Rat Professor Dr. K. ESCHERICH, München 19, Prinzenstr. 26. Manuskripte sind nur an den Herrn Herausgeber zu schicken.

Honorierung: Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Bei Abbildungen wird gebeten, sich auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Arbeit ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse anzufügen. Das Honorar beträgt je Bogen 32.— DM., mehr als 3 Bogen werden nicht honoriert. Der von Abbildungen eingenommene Raum sowie Doktor-Dissertationen werden nicht honoriert.

Erscheinungsweise: Jährlich erscheint 1 Band zu 4 Heften im Gesamtumfang von etwa 40 Bogen. Das Abonnement verpflichtet zum Bezug eines ganzen Bandes. Es verlängert sich jeweils, falls nicht spätestens unverzüglich nach Eingang der letzten Lieferung des berechneten Bandes Abbestellung erfolgt

Sonderabdrucke: Von Originalaufsätzen werden auf Wunsch 20 Sonderabdrucke kostenlos zur Verfügung gestellt, von Doktorarbeiten 50. Mehrbedarf kann gegen Berechnung geliefert werden.

Abonnementspreis dieses Heftes 18,— M. **Einzelpreis 19,— M.**

Aus dem Institut für angewandte Zoologie, München

Der große Tannenborkenkäfer, unter Berücksichtigung seiner beiden Verwandten und der Brutbaumdisposition

Pityokteines curvidens Germ., *vorontzowi* Jakobs. und *spinidens* Reitt.

Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung der Gattung *Pityokteines* Fuchs (*Coleoptera Ipidae*) [1])

Von

Dr. rer. nat. Gustav-Dietrich Kraemer, München

Mit 31 Abbildungen und 11 Tabellen

Inhalt:

A. Einleitung. 1. Vorbemerkungen. 2. Literatur. 3. Lage der Versuchsstationen. S. 350.

B. Zur geographischen Verbreitung und Systematik der Gattung *Pityokteines*. 1. Geographische Bedeutung. 2. Bestimmungstabellen nebst kritischen Bemerkungen. S. 354.

C. Bionomie und Phänologie von *curvidens* Germ. 1. Bruthölzer. 2. Generationsverhältnisse. 3. Fraß. a) Bilder des Fraßes an verschiedenen Bruthölzern. b) Stammholzfraß. 4. Wirkung des Fraßes auf den Baum. 5. Schwellenwerte für das Schwärmen. 6. Natürliche Widerstände. a) Abiotische Faktoren. b) Biotische Faktoren. c) Parasiten aus Larven der Gattung *Pityokteines*. S. 358.

D. Bionomie und Phänologie der Verwandten (*P. vorontzowi* Jakobs und *spinidens* Reitt.). 1. Bruthölzer. 2. Generationsverhältnisse. 3. Bilder des Fraßes. 4. Natürliche Widerstände. a) Abiotische Faktoren. b) Biotische Faktoren. S. 380.

E. Untersuchungen zur Massenvermehrung von *Pityokteines curvidens* Germ. 1. Fragestellung. 2. Die Massenvermehrung in ihrer Abhängigkeit von physiologischen Veränderungen an der Wirtspflanze. a) Zur Methode und Versuchstechnik. b) Zur Physiologie und Ökologie der Tanne. c) Infektionsversuche. d) Kritische und tödliche Schwächung. 3. Der Vermehrungskoeffizient. a) Theoretischer Vermehrungskoeffizient und Vermehrungsfaktor. b) Nachweis der Ausbreitungsfähigkeit. 4. Ursachen der Massenvermehrung. a) Biozönose. b) Ursachen des Ausbruchs von Kalamitäten bei *curvidens*. 5. Zur Vorhersage einer Kalamität. S. 387.

F. Wirtschaftliche Bedeutung und Bekämpfung. 1. Wirtschaftliche Bedeutung. 2. Erkennen des Befalls in stehendem Bestand. 3. Zur chemischen Bekämpfung. 4. Praktische Bekämpfungsmaßnahmen. a) Fangbäume. b) Bekämpfung des Befalls. S. 412.

G. Zusammenfassung. S. 421.

Literaturverzeichnis. S. 423.

Anhang: Tabellen zu den Infektionsversuchen. S. 425.

[1]) Das Manuskript wurde im Dezember 1948 abgeschlossen.

A. Einleitung

1. Vorbemerkungen

Im Spätsommer 1947 brachen in Süddeutschland größere Massenvermehrungen von *Pityokteines curvidens* Germ. aus, die sich an einigen Stellen zu gefährlichen Großkalamitäten ausweiteten. Die vorliegenden Erfahrungen zur Lebensweise dieser Art waren lückenhaft und widersprechend, die gegen ihn einzuleitenden Bekämpfungsverfahren, nach dem Stand der bisherigen Kenntnisse, unzureichend. Eine Hauptschwierigkeit boten die im Splintholz der Tanne liegenden älteren Larven und Puppen. Mit den bisher empfohlenen Maßnahmen waren diese praktisch nicht wirksam zu bekämpfen.

Dies gab Veranlassung zur Durchführung der vorliegenden Untersuchung, die Beiträge zur Klärung der ökologischen Fragen liefern sollte [1]). Im Verlaufe der Untersuchungen ergaben sich eine Anzahl neuer Problemstellungen zur Bevölkerungslehre von *curvidens*. Nach Auffindung eines praktisch voll wirksamen Bekämpfungsverfahrens wurden daher die weiteren Arbeiten ganz auf die theoretisch und praktisch bedeutsamen Fragen des Massenwechsels gerichtet.

Hauptziel war hier die Klärung zweier Fragen:

1. Läßt sich die Disposition der Tanne für den Angriff der Käfer durch einen meßbaren Wert bestimmen?
2. Welches sind die unmittelbaren und mittelbaren Ursachen für den oft explosionsartig erfolgenden Ausbruch von Kalamitäten bei *curvidens?*

Es stand zu erwarten, daß nach Klärung der ersten Frage, die zweite, für die Kenntnis der Gradation grundlegende, verhältnismäßig leicht zu beantworten war, da schon seit langem die Auffassung bestand, daß eine gewisse Schwächung des Brutbaumes Voraussetzung für den Befall und damit für Massenvermehrungen ist. Deshalb konzentrierten sich die Untersuchungen bald vorwiegend auf die Wechselbeziehungen zwischen Gesundheitszustand der Tanne und Angriff der Käfer.

Nach verschiedenen fehlgeschlagenen Versuchen eine brauchbare Methode zu finden, gelang dies schließlich durch Definierung des Gesundheitszustandes der Rinde mit dem osmotischen Wert des Zellsaftes, der kryoskopisch bestimmt wurde. Durch Infektionsversuche konnte dann die nötige Disposition des Baumes für den Angriff ermittelt werden. Damit war auch ein Nachweis der Ursachen des Ausbruchs von Gradationen bei *curvidens* ohne Schwierigkeit möglich.

Die Untersuchungen wurden im württembergischen Forstamt Schorndorf, östlich Stuttgart, und dem bayrischen Forstamt Waldmünchen, im Bayrischen Wald, parallel oder kurz hintereinander durchgeführt. Laufende Beobachtungen wurden außerdem am nördlichen Alpenrand im

---

[1]) Die bionomischen Untersuchungen wurden angeregt durch Prof. Dr. W. ZWÖLFER, dem Leiter des Institutes für angewandte Zoologie, München.

Gebiet Berchtesgaden—Reichenhall gesammelt. Zur Erzielung einer allgemeineren Übersicht führten einzelne Fahrten in die Befallsgebiete bei Regensburg, in das Forstamt Nittenau, Oberpfalz, und in das badische Forstamt Sulzburg im südlichen Schwarzwald.

Ein Teil der bionomischen Untersuchungen wurde an Zuchten gewonnen, die im Münchner Institut unter Freilandbedingungen liefen.

Das Material aus den Zuchten sowie die für die Abbildungen verwendeten Fraßbilder sind in die Sammlung des Instituts aufgenommen worden.

Meine Arbeit fand vielseitige Unterstützung, die mich zu Dank verpflichtet. An erster Stelle gilt dieser meinem verehrten Lehrer Herrn Professor Dr. W. Zwölfer, unter dessen Leitung die Bekämpfungsversuche liefen. Auch während seiner durch Krankheit bedingten langen Abwesenheit blieb Professor Zwölfer in jeder Weise um die Förderung meiner Arbeit bemüht.

Ebenso verdanke ich Herrn Professor Dr. H. Walter, Stuttgart-Hohenheim, wesentliche Unterstützung auf botanischem Gebiet, insbesondere freundliche Anleitung bei den kryoskopischen Bestimmungen, womit mir die Durchführung der entscheidenden Versuche sehr erleichtert wurde.

Die Bestimmung der *Coleoptera* hatte Herr H. Freude von der bayrischen zoologischen Staatssammlung, die der *Rynchota* Herr Eduard Wagner, Hamburg, dankenswerterweise übernommen.

Besonderen Dank schulde ich Herrn Professor Dr. Sachtleben vom Deutschen Entomologischen Institut, der die eingehende Bearbeitung der parasitischen Hymenopteren übernahm. Das Ergebnis wird im Originalbericht wiedergegeben, in der gleichzeitig die schwierigen Nomenklaturverhältnisse eine Bearbeitung erfahren.

Dem Botanischen Institut der Münchner Universität verdanke ich die Möglichkeit der kryoskopischen Bestimmungen durch Überlassung eines Kryoskopes, für das zeitbedingte Beschaffungsschwierigkeiten bestanden.

Im meteorologischen Institut der Universität fand ich Rat und manche technische Hilfe für meine meteorologischen Untersuchungen.

Herrn Oberlandforstmeister Hudlmayer von der württembergischen Forstdirektion in Stuttgart danke ich, neben seinem gleichbleibenden fördernden Interesse, vor allem seine rasche finanzielle Hilfe, als im entscheidenden Zeitpunkt infolge der Währungskrise des Sommers 1948 die Fortführung der Arbeit in Frage gestellt war.

Dem Herrn Forstmeister Letzerkoss, Forstamt Schorndorf, und Herrn Forstmeister Barthelmä, Forstamt Waldmünchen, sowie Herrn Revierförster Weber, Forstamt Schorndorf, gilt mein Dank für technische Unterstützung meiner Arbeiten, die mir mit allen in ihrem Amtsbereich verfügbaren Mitteln gewährt wurde.

2. Literatur[1])

Spezielle Arbeiten über *curvidens* und seine Verwandten sind in der Literatur nur spärlich zu finden. Meist wird er in einzelnen kleineren Beiträgen oder im größeren Rahmen miterwähnt. Von älteren Autoren hat WACHTL (39), beim Aufstellen der var. *heterodon* über die Arten der Gattung eine Anzahl von Beobachtungen veröffentlicht. Da er aber die var. *heterodon* als Form von *curvidens* ansieht (sie gehört zu *spinidens*) sind seine Ergebnisse nur teilweise verwendbar. Erst nachdem durch REITTER (28) die systematischen Verhältnisse der Gattung geklärt waren, bestand die Möglichkeit sicherer Beobachtungen über die einzelnen Arten. Dies geschieht wenig später durch BARGMANN (2, 3, 4), der im Oberelsaß gute Gelegenheit hatte eine Massenvermehrung von *curvidens* zu beobachten und der genaue bionomische Angaben über *curvidens* und *vorontzowi* mitteilt.

In den klassischen Werken der Forstentomologie finden sich zwar manche Angaben über die drei Arten, doch liegen keine eingehenden Untersuchungen über sie vor. RATZEBURG (24, 25) sowohl wie NÜSSLIN (21) erwähnen jedenfalls nicht viel, was darauf hinwiese. Auch ESCHERICH (9) fußt auf der älteren Literatur und einer Arbeit SCHEIDTERS (30). Diese trägt wenig zur Klärung der Bionomie von *curvidens* bei, verwirrte aber manches durch unzutreffende Folgerungen. Besonders die Erscheinung des Überwinterungsfraßes wird von ihm noch, wohl in Anlehnung an ältere Autoren, irrig gedeutet. Erst BRAUN konnte diesen Punkt einwandfrei klären. In seiner Arbeit geht BRAUN (6) auch erstmalig auf die Frage der physiologischen Schädigung der Tanne ein. SCHNEIDER-ORELLI und W. KUHN (35) widersprechen zwar der Auffassung von BRAUN, doch kann ich ihrer Begründung nicht ganz folgen (vgl. Abschnitt 3 a).

Engverknüpft mit *curvidens* ist das Problem der Schädigungen der Tanne durch Insekten überhaupt. Hier war es BARGMANN (2), der erstmals den Versuch unternimmt, die Bedeutung des Fraßes der einzelnen Arten zu analysieren. Systematisch haben sich dann erst wieder SCHIMITSCHEK und BRAUN mit diesen Fragen befaßt, die ersterer bei Aufstellung der Kettenerkrankungen der Tanne (33) in eine klare Form brachte. Damit war die Richtung, in der sich eine Untersuchung der Ursachen von Gradationen bei *curvidens* bewegen mußte, gegeben.

Mit der Klärung der Disposition des Baumes für Angriffe von Insekten, die diesen nicht völlig primär besiedeln, hatte sich vor allem v. TUBEUF (37) beschäftigt. Leider hat seine darüber veröffentlichte Arbeit weder positive noch negative Ergebnisse gebracht. Dies war unter den zugegebenen mangelhaften technischen Voraussetzungen auch kaum möglich[2]). Das bleibende Verdienst v. TUBEUF ist es, erstmalig

[1]) Die in Klammern gesetzte Zahl bedeutet stets die Nummer des Literaturverzeichnisses.

[2]) S. 283 schreibt v. TUBEUF über die Messungen der Grenzplasmolyse: „Für die bei unseren Untersuchungen in Frage kommenden nur schwach konzentrierten

die Bedeutung der Disposition des Brutbaumes für Befall von sekundären Schädlingen erkannt zu haben.

Sehr wichtig für die richtige Beurteilung ermittelter Werte der Disposition ist eine Feststellung der Befallsreihenfolge durch die sogenannte entomologische Analyse. Esko Kangas (15) hat diese für die finnischen Verhältnisse eingehend beschrieben. Die Methode hat bei sinngemäßer Anwendung volle Allgemeingültigkeit.

Die zur Bestimmung der osmotischen Werte verwendete „kryoskopische Methode" ist von H. Walter (41, 42) und R. Thren (44) erschöpfend untersucht und ausgebaut worden. Ebenso stammen die grundlegenden Untersuchungen über die Hydratur der Pflanzen von H. Walter (43).

3. Lage der Versuchsstationen

Die beiden Hauptstationen lagen im Forstamt Schorndorf. Zu den dortigen Versuchsreihen liefen Parallelversuche im Waldmünchner Forstamt. Laufende Beobachtungen erfolgten bei Bad Reichenhall in den weiten Befallsgebieten. Im Berchtesgadener Land wurden die Verhältnisse des natürlichen Tannengebietes ohne größeren Befall untersucht, da auf Grund der klimatischen Bedingungen und des Bodens angenommen werden konnte, daß hier dem Optimalen angenäherte Tannenstandorte vorhanden sind.

Nachfolgend sind genaue Lage der Stationen, und die, dem Versuchs- oder Beobachtungsgebiet am nächsten gelegene, meteorologische Beobachtungsstation aufgeführt.

1. Rehalde, Revierförsterei Plüderhausen Süd, Forstamt Schorndorf. Schweres Schadgebiet auf den Höhen südlich der Rems. Meereshöhe 400—450 m. Von Plüderhausen im Remstal 5 km südöstlich. Die nächste Station für Niederschlagsmessung nach den Klimatabellen des deutschen Reiches (26) ist das Dorf Adelberg (465 m). Als Station in Tallage wird dort Schorndorf im Remstal angeführt (Abb. 37 und 38).
2. Revierförsterei Plüderhausen Nord, Forstamt Schorndorf. Weitverbreiteter Streubefall erheblichen Umfangs auf den Höhen nördlich der Rems. Meereshöhe um 400 m. Von Plüderhausen 2 km nördlich. Meteorologische Stationen wie bei 1.
3. Bezirk Gibacht bei dem Dorf Neuhütte zwischen Waldmünchen und Furth im Walde, Forstamt Waldmünchen. Meereshöhe 600—800 m. Schweres Schadgebiet in einem trockenen Südhang. Waldmünchen und Cham im bayrischen Wald, sind die nächstgelegenen Klimastationen.
4. Forstamt Reichenhall Nord und Forstamt Reichenhall Süd. Weitverbreiteter Streubefall in den Vorbergen der Berchtesgadener Alpen. Es war einzelner Befall bis 900 m zu finden. Gehäuft war er an trockenen Standorten auf Südseiten und Moränenschotter. Abb. 36 zeigt das Klimatogramm von Reichenhall, 600 m Meereshöhe.

Lösungen ergab sich dabei zwischen KNO_3- und Rohrzuckerwerten teils gute, teils schlechte und in vielen Fällen überhaupt keine Übereinstimmung, besonders in den Monaten Ende Mai bis August 1930 waren die durch Umrechnung ermittleren Rohrzuckerwerte im Durchschnitt um das Dreifache höher als die tatsächlich gemessenen Werte" (!!).

5. Die Tannenbestände über dem Königssee, Forstamt Berchtesgaden, und das Gebiet des Hochkalters, Forstamt Ramsau. An beiden Stellen gelang es nach längerem Suchen an Sturm- und Lawinen-Schadholz *curvidens* und *spinidens* zu ermitteln. Höhe etwa 900 m. *Spinidens* außerdem in einigen Ästen am stehenden Baum (Schreinbachalm, Königsseegebiet). Ilsank (650 m), bei Berchtesgaden und Berchtesgaden sind die nächstgelegenen Klimastationen.

Die Niederschlagswerte und Temperaturen der langjährigen Klimatogramme sind die Mittel aus den Jahren 1891—1930 (40jähriges langjähriges Mittel).

Die ursprünglich beabsichtigte Festlegung der Standortsverhältnisse für die oben aufgeführten Beobachtungsorte durch Untersuchungen der pflanzensoziologischen Verhältnisse am Standort der Tanne, wurde unterlassen, da verschiedene Überlegungen gegen den Wert dieser Untersuchungen im Rahmen der Arbeit sprachen. Sinnvoll wäre diese, wie noch gezeigt werden wird, für eine eventuelle Vorhersage von Großkalamitäten. Dies geht aber über den Rahmen der Arbeit hinaus und erfordert eigene sehr eingehende Untersuchungen.

B. Zur geographischen Verbreitung und Systematik der Gattung *Pityokteines*

1. Geographische Bedeutung

Die Arten der Gattung *Pityokteines* wären, mit dem Verbreitungsgebiet der Futterpflanze verglichen, als maximal weit verbreitet anzusehen. Doch weisen einige Fundorte der wichtigsten Art, *curvidens*, darauf hin, daß die klimatischen Grenzen ihres möglichen Lebensraumes wesentlich weiter sind, als die Grenzen des natürlichen und der meisten künstlichen Verbreitungsgebiete der Tannenarten.

P. curvidens Germ. ist fast aus dem gesamten Verbreitungsgebiet der Gattung *Abies* bekanntgeworden. An Stellen, von denen noch keine Festlegung des Vorkommens in der Literatur erfolgt ist, dürfte dies nur auf mangelnde faunistische Unterlagen zurückzuführen sein. Ein anderer Grund war nirgends wahrscheinlich zu machen. Darüber hinaus ist er aber von einer Anzahl Stellen des künstlichen Verbreitungsgebietes der Tanne, zum überwiegenden Teil als Großschädling, gemeldet. Außerdem bemerkt KLEINE (16), daß er auch an vielen Plätzen in der Welt gefunden wurde, wo sein Vorkommen nur auf ihm ganz fremden Koniferen, oder auf importierten, zum Teil auch nicht der Gattung *Abies* angehörenden Arten, möglich ist. KLEINE nennt Kapstadt, Japan (am Fudji Yama), Grönland und Buenos Aires. Diese Fundorte stempeln *curvidens* zum größten Ubiquisten unter den Ipiden.

P. spinidens Reitt., der, zuerst aus dem Kaukasus beschrieben, danach auch im mitteleuropäischen Raum nachgewiesen werden konnte, scheint keine so weiten Grenzen im Vorkommen zu haben. Zahlreich sind bloß die Fundorte im südlichen Teil des Tannengebietes und im Osten. In Mitteleuropa ist er in höheren Lagen schwerer zu finden, nur noch an wärmeren Stellen. Nach SCHIMITSCHEK (31) scheint er seine

Hauptverbreitung im asiatischen Raum auf *Picea excelsa* zu haben. Die Art muß als pontisch oriental in ihrer Faunenzugehörigkeit bezeichnet werden.

P. vorontzowi Jakobs. ist ebenfalls weniger weit verbreitet als *curvidens*. Nur scheint seine Verbreitung gerade mehr auf den nördlichen Teil des Tannengebietes konzentriert zu sein und dort, wo die Tanne in kühleren Lagen stockt. Im pontischen Raum ist er wenig bekanntgeworden und wird von SCHIMITSCHEK (l. c.) für die Türkei als vereinzelt und selten erwähnt, im Gegensatz zu *spinidens*. Die Art dürfte daher dem sibirischen Faunenelement angehören. Wäre sein Vorkommen im kleinasiatischen Gebiet nicht gesichert, müßte er zu den endemisch-europäischen Arten gezählt werden. Die Berechtigung dieser Arten als eigene Faunengruppe wurde jedoch mehrfach angezweifelt, wozu *vorontzowi* weiteren Anlaß gibt.

Wir sehen die Hauptart der Gattung *Pityokteines* über das gesamte natürliche Gebiet der *Abies*-Arten verbreitet, teilweise sogar noch über diese Grenzen hinaus. Die beiden kleineren Arten ergänzen sich mit ihren vermutlichen optimalen Bereichen, besiedeln aber sonst auch das gesamte Tannengebiet. Weiter unten wird gezeigt werden, welche Bedeutung dieser Umstand für die Möglichkeit von Massenvermehrungen bei *curvidens* hat.

2. Bestimmungstabellen nebst kritischen Bemerkungen

Nach der Entdeckung der beiden kleineren Arten, *spinidens* und *vorontzowi*, wurde von FUCHS die nunmehrige *curvidens*-Gruppe, die bisher bei *Ips* de Geer untergebracht war, zur eigenen Gattung erhoben. Eine Maßnahme, die ebenso auf Grund der Morphologie, wie der Biologie begründet erscheint. Die von FUCHS gegebene Kennzeichnung der Gattung schließt eine Verwechslung der dazugehörigen Arten mit anderen aus. Dagegen bereitet die Unterscheidung der einzelnen Arten Schwierigkeiten, vor allem wenn nicht alle drei vergleichbar vorhanden sind. Die Bestimmungstabellen von REITTER (28) und ESCHERICH (9), letztere wurde von SCHEIDTER bearbeitet, ermöglichen nicht immer eine scharfe Trennung. Am besten gelingt die Bestimmung noch mit der von SCHIMITSCHEK (32) gegebenen Tabelle. Da mit einer Tabelle, in der ♂ und ♀ getrennt behandelt werden, sicherer bestimmt werden kann, sei im nachfolgenden eine solche gegeben.

Am Flügeldeckenabsturz zwischen den beiden größten Zähnen (2 und 3) befinden sich 2 kleine kegelförmige Zähnchen. Die Punktierung nimmt auf den Absturz hin stark an Größe zu, um sich schließlich fast zu berühren und Querrunzeln zu bilden.

Gattung *Pityokteines* Fuchs.

Die Zähne am Absturz kräftig ausgebildet, keine auffallende Behaarung auf der Stirn und am Prothoraxrand . . . Männchen.

Bezahnung am Absturz schwächer, die Stirn und der Prothoraxrand tragen starke gelbe Behaarung . . Weibchen.

Männchen

Erster Zahn (von oben) deutlich aufgebogen, zwischen der groben Punktierung auf dem Rücken und in der Nähe des Absturzes feinere Punktierung auf Lücke gestellt (Abb. 1, 4 A).

Größte Art, Flügeldecken lang behaart. Größe 2,6—3,2 mm. *curvidens* Germ.

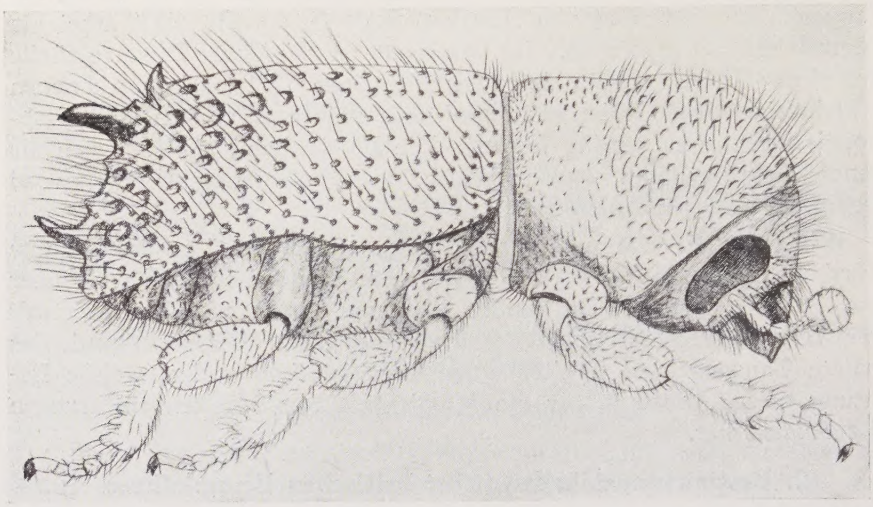

Abb. 1. *Pit. curvidens* Germ. ♂. (Vergr. 25 ×)

Erster Zahn nicht oder nur schwach nach oben gebogen. Feine Punktierung, zwischen der großen, sehr fein und unregelmäßig.

Grobe Punktierung gegen die schwächere an den Seiten deutlich abgesetzt, die beiden Suturalzähnchen zwischen den großen Zähnen nach außen gerückt, höchste Stelle der Rundung des Prothorax erreicht von der Seite gesehen nicht ganz die Mitte (Abb. 2, 4 B). Suturalzähnchen deutlich flachgedrückt.

Kleinste Art, 2—2,2 mm, schwächer behaart . *vorontzowi* Jakobs.

Grobe Punktierung geht gleichmäßig in die schwächere an den Seiten über. Suturalzähnchen zwischen den großen Zähnen nicht nach außen verschoben. Höchste Stelle in der Prothoraxrundung ist von der Seite gesehen in der Mitte (Abb. 3, 4 C_1).

Die Art steht in der Größe zwischen den vorigen, 2,4—2,8 mm. Bei der Stammform ist das Diskalfeld genau quadratisch und die Art erscheint gegenüber den anderen im Habitus gestreckter.

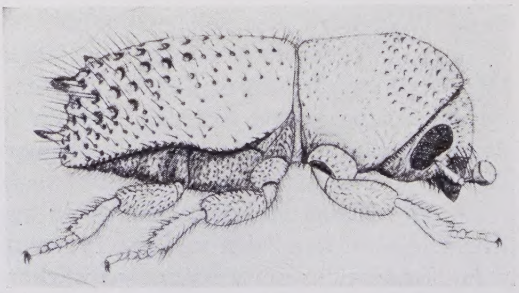

Abb. 2. *Pit. vorontzowi* Jakobs. ♂. (Vergr. 25 ×)

Als Stammform gelten Stücke mit kurzen, kegelförmigen Zähnen. Von da gibt es alle Übergänge bis zu langen, hakenförmig unten gebogenen. Bei dieser Form ist auch der oberste kleine Zahn nach unten gebogen und das Diskalfeld nicht mehr quadratisch.

Abb. 3. *Pit. spinidens* Reitt. ♂. Mittelform zwischen Stammform und var. *heterodon* Wachtl (häufigste Form). (Vergr. 25 ×)

(Dies ist die var. *heterodon* Wachtl, Abb. 4 C_2.)

spinidens Reitt.

Weibchen

Haarschopf auf Stirn und Prothoraxrand gleich lang oder letzterer wenig länger.

Große Art 2,6—3 mm . . . . . *curvidens* Germ.
Kleinste Art 2—2,2 mm . . . . . *vorontzowi* Jakobs.

Haarschopf auf Prothoraxrand doppelt so lang wie auf der Stirn 2,3—2,7 mm . . . . *spinidens* Reitt.

Die Großabbildung von *curvidens* bei ESCHERICH (9) veranlaßte mich, auch für die beiden anderen Arten eine derartige Abbildung anzufertigen (Abb. 2, 3). Dabei fielen erhebliche Abweichungen in der Fühlerbildung gegenüber der *curvidens*-Abbildung auf, die von ESCHERICH ohne Herkunftsangabe aus NÜSSLIN (21) übernommen wurde, der sie von ECKSTEIN übernahm und bemerkt, daß sie von WACHTL angefertigt sei. Eine Untersuchung von *curvidens*-Stücken ergab dann aber weitgehende Übereinstimmung der Fühlerbildung mit den anderen Arten. Damit war ich, um Irrtümer zu vermeiden, gezwungen, auch von *curvidens* eine neue Abbildung anzufertigen (Abb. 1). Der Fühler bei NÜSSLIN und ESCHERICH ist verzeichnet.

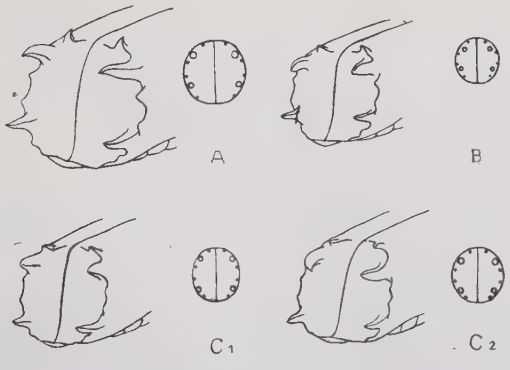

Abb. 4. Flügeldeckenabsturz und Aufsicht auf das Diskalfeld. A *curvidens*, B *vorontzowi*, C_1 *spinidens*, C_2 *spinidens* var. *heterodon*

Außer der genannten wird von NITSCHE (14) S. 489 noch eine Abbildung des Flügeldeckenabsturzes von *spinidens* var. *heterodon* ♂ und *spinidens* - Stammform (*spinidens* var. *spinidens* Reitt.) ♂ mit der Unterschrift: „*Tomicus curvidens* ♂ und ♀" gegeben, wobei var. *heterodon* = *curvidens* ♂ und

Stammform = *curvidens* ♀ sein soll. Diese Abbildung hat NÜSSLIN (21) wie RHUMBLER (22) übernommen. Dabei wurde die Bezeichnung von *curvidens* auf *spinidens* korrigiert, unverbessert blieb, daß es sich nicht um ♂ und ♀, sondern um zwei ♂♂ verschiedener Varietäten handelt.

Beim Vergleich der drei Arten untereinander, fällt bald die nähere Verwandtschaft zwischen *curvidens* und *vorontzowi* gegenüber *spinidens*, der etwas entfernter steht, auf. Während *vorontzowi* zunächst den Eindruck einer kleineren und schwächer behaarten Form von *curvidens* macht, unterscheidet sich *spinidens* schon im Habitus deutlich. Neben den in der Bestimmungstabelle gegebenen Unterschieden, weicht er auch in anderen schwerer scharf zu definierenden Punkten von ersteren ab. So ist die Fühlerkeule durchschnittlich mehr von der Kreisform entfernt, als bei den beiden anderen. Desgleichen ist der Seitenrand der Flügeldecken schwächer geschwungen.

Eine Eigentümlichkeit, die des öfteren auch in Bestimmungstabellen verwertet wurde, z. B. REITTER (28), ist die Stellung der großen Zähne in der Aufsicht auf das Diskalfeld. Diese bilden bei den schwächsten Stücken, wie sie REITTER als Stammform beschrieb, die Ecken eines Quadrates (Abb. 4 C_1). Von diesem Extrem gibt es dann alle Übergänge bis zu einem liegenden Rechteck. Die Verschiebung erfolgt proportional dem Größerwerden der Zähne. Damit ist dieses Kennzeichen zur Bestimmung nicht verwendbar und irritiert nur. Ein ähnlich unsicheres Kennzeichen ist bei *vorontzowi* die kolbige Verdickung des oberen großen Zahnes, die nur bei kräftigen Stücken deutlich vorhanden ist.

Die Weibchen aller drei Arten zeigen nur winzige Spuren einer Zahnbildung. Meist sind es nur geringe Höcker am Rande des matt erscheinenden Diskalfeldes. Eine Unterscheidung nach der Bezahnung ist daher hier ausgeschlossen.

C. Bionomie und Phänologie von *curvidens* Germ.

1. Bruthölzer

Die Hauptfutterpflanze ist *Abies alba* (= *pectinata*). Daneben wurde er auch an anderen Arten der Gattung *Abies* gefunden. Außerdem befällt er Arten der Gattungen *Larix, Cedrus, Pinus* und *Pseudotsuga*. In der Literatur werden folgende Arten von Koniferen genannt, an denen *curvidens* beobachtet werden konnten:

Abies alba Mill., *balsamea* Mill., *bornmülleriana* Mattf., *frazeri* Poir., *nordmanniana* Spach., *pichta* Forx., *sibirica* Ledeb.

Larix decidua Mill.

Cedrus Link. (ohne Artangabe [ESCHERICH 9] vermutlich *libanitica* Trew. gemeint).

Pinus silvestris L., *strobus* L.

Pseudotsuga taxifolia Mill.

An Douglasie wurde *curvidens* von mir im Forstamt Sulzburg, südl. Schwarzwald, beobachtet (18). Auf die Eigentümlichkeiten beim Befall von Douglasie, wird an den entsprechenden Stellen eingegangen werden.

Nitsche (14) führt auch Fichte als Brutbaum von *curvidens* an, ohne den Autor dafür zu nennen. Diese etwas zweifelhafte Angabe wurde experimentell im Zuge der Infektionsversuche (siehe unten) nachgeprüft. Es gelangt nicht, die Käfer zum geglückten Angriff auf Fichte zu bringen, obwohl die physiologischen Voraussetzungen in der Fichte durchaus gegeben schienen. Escherich (9) erwähnt die Art an Fichte in der Neubearbeitung auch nicht mehr.

Dem ungeachtet erhielt im Winter 1948 das Institut für angew. Zool., München, Fraßbilder aus der Nähe von Pforzheim im Schwarzwald eingesandt, die einwandfrei von *curvidens* an Fichte angelegt waren. Somit scheint dieser in besonderen Ausnahmefällen doch an Fichte vorzukommen. *Picea excelsa* L. ist damit ebenfalls als Brutbaum für *curvidens* gesichert.

Ratzeburgs (25) Angabe, daß *curvidens* auch in Buche beobachtet wurde, dürfte auf eine Verwechslung zurückzuführen sein. Ratzeburg selber hatte sie bereits mit ? versehen. Ohne es, wie bei der Fichte, experimentell nachgeprüft zu haben, halte ich ein derartiges Vorkommnis für ausgeschlossen.

Solange sich die Koniferenwaldungen in Europa nur über die natürlichen Verbreitungsgebiete der einzelnen Baumarten erstreckten, mag die Ansicht Escherichs, „daß *curvidens* nur in Tannenwäldern wirklich als heimisch anzusehen ist", zutreffend gewesen sein. Die großen Massenvermehrungen 1947 und 1948 haben aber gezeigt, daß er sich auch in nicht standortgemäßen Lärchenbeständen sehr wohl heimisch fühlen kann und dort große Schäden anzurichten in der Lage ist. Es sei dabei darauf hingewiesen, daß Lärchen gefunden wurden, in denen er Jahre vorher schon die Gipfel befallen hatte und das Übergreifen nicht nur während der Massenvermehrung erfolgte.

2. Generationsverhältnisse

Für die Festlegung der Generationen treten bei manchen Ipiden durch die Bildung von Geschwisterbruten Schwierigkeiten auf. Besonders von seiten der forstlichen Praxis wird oft von einer größeren Anzahl von Generationen berichtet, wobei aber Geschwisterbruten als besondere Generationen mitgezählt werden. Bei *curvidens* war zunächst nichts von Geschwisterbruten bekannt, doch fand man auch in den seltensten Fällen abgestorbene Altkäfer in den Gängen. Dann wurde ein eigenartiger, vom normalen Bild völlig abweichender Fraß beobachtet, der eine Art Regenerationsfraß zu sein schien. Bei näherer Untersuchung ergab sich, daß die Altkäfer nach Erschöpfung ihres Eivorrates die Brutbilder verlassen und sich in anderen Stämmen wieder einbohren. Dabei werden die unteren Stammteile bevorzugt. Auch machen diese befallenen Bäume einen gesünderen Eindruck als Brutbäume. Dort verüben die Käfer den in Abb. 5 abgebildeten eigentümlichen und schwer zu entwirrenden Fraß, in dem sich auch einzelne Larvengänge zeigen. Verfolgt man den Fraß im einzelnen, so ergibt sich, daß zunächst Regenerationsfraß statt-

findet, der dann planlos in einzelne Brutgänge übergeht, an deren Ende fast regelmäßig tote Altkäfer aufzufinden waren. Der Fraß scheint über sehr lange Zeit ausgedehnt zu sein, denn es wurden mehrfach gleichzeitig abgelegte Eier in den Eigruben, Junglarven und fast ausgefärbte Jungkäfer beobachtet. Da gleichzeitig auch die meisten Puppenwiegen in der Rinde angelegt waren, dürften die Nachkommen als schwächliche Brut angesehen werden. Für die Anlage der Puppenwiegen in der Rinde könnte möglicherweise etwas die größere Feuchtigkeit in dem Splint verantwortlich sein, da dieser Fraß auch an gesünderen Bäumen verübt wird als der Brutfraß.

Man könnte hier von einem Regenerations-Brut-Totfraß der altersschwachen Käfer sprechen. Meist war dieser Fraß 5—6 Wochen nach dem ersten größeren Schwärmen im Frühjahr, und gegen den Herbst zu finden. In diesen Zeiten konnten oft ganze Bäume nur mit diesem Fraß festgestellt werden. Vereinzelt konnte er das ganze Jahr über, oft zwischen anderen normalen Fraßbildern, die aber dann zeitlich später angelegt waren, beobachtet werden.

Um Klarheit über das Alter der überwinternden Käfer zu gewinnen, wurde eine Anzahl im Überwinterungsfraß gefundener ♀♀ auf Vorhandensein der *Corpora lutea* untersucht und nur bei 12, von 87 untersuchten Käfern, diese festgestellt. Die meisten der überwinternden Käfer waren also Jungkäfer.

Damit waren die zweifelhaften Punkte in der Generationsfolge geklärt, es ergibt sich folgendes Bild.

Die im Frühjahr ausfliegenden Jungkäfer schreiten sofort zur Anlage neuer Brutbilder, da sie ihren Reifungsfraß bereits in der Rinde des Brutbaumes verüben. Daß ein geschlossenes Schwärmen nicht beobachtet werden kann, liegt in der Art des Schwärmens und dem langen Zeitraum, in dem die Jungkäfer auskommen, begründet. Nach Fertigstellung der Brutbilder verlassen die nunmehrigen Altkäfer diese wieder und beginnen mit dem beschriebenen Regenerations-Totfraß.

Je nach Lage und Witterung erscheinen die ersten Jungkäfer der Frühjahrsgeneration Ende Juni bis Juli, oder noch später. Es wiederholt sich der Vorgang des Frühjahrs.

Bei der zweiten Generation ergeben sich durch die wechselnden Einflüsse der Temperatur größere zeitliche Verschiebungen. Vorher ist das Bild schon stark verwischt durch die lange erste Schwärmzeit; einzelne Nachzügler schwärmen eigentlich fast immer, ohne daß es gelingt, sie einer bestimmten Generation zuzuweisen. Ab August ist eine Trennung unmöglich, jede Grenze verschwimmt.

In klimatisch günstigen Lagen schlüpft die Masse der Jungkäfer schon im Herbst. Doch schreiten diese nur unter besonders günstigen Bedingungen noch zur Bildung einer teilweise dritten Generation. Meist beginnen die im Herbst ausfliegenden Käfer wenig später mit dem Überwinterungsfraß. Altkäfer sind daran, wie oben gezeigt, nur wenig beteiligt. Diese Winterfraßbilder werden im zeitigsten Frühjahr, teilweise

noch eher, wieder verlassen. Unter Rindenschuppen und in ähnlichen Verstecken wird dann die günstige Frühjahrswitterung abgewartet. Ab Januar sind die Käfer in solchen Verstecken oft in großer Anzahl anzutreffen.

Bodenuntersuchungen ergaben keine Anhaltspunkte für ein freiwilliges Überwintern der Käfer im Boden. Nur an Stellen, wo Stämme entrindet wurden, konnten solche in geringer Zahl zuweilen in der oberen Bodendecke gefunden werden.

Die unausgefärbten Jungkäfer verlassen im Herbst die Rinde nicht mehr, sondern verbleiben ebenso wie im Sommer bei Schlechtwetter, in den kleinen Reifungsfraßkammern (Abb. 7 K). Die Entwicklung der Larven wird durch die sinkende Temperatur mehr und mehr gehemmt und scheint bei Temperaturen unter + 3 oder 4° Kambialtemperatur ganz stillzustehen. Doch kann, wie Beobachtungen von Larven in abgelöster Rinde ergab, eine geringe Erwärmung die Lebensfunktionen schnell wieder in Gang bringen, so daß die mittägliche Erwärmung eventuell schon von günstigem Einfluß auf die Entwicklung der überwinternden Larven ist. Dafür spricht die Beobachtung, daß gegen Ende des Winters jüngere Larven kaum noch zu finden sind, während dies im Hochwinter unter gleichen Bedingungen noch der Fall ist.

Die neue Saison wird also im Stadium der Altlarve, des unausgefärbten und des brutfähigen Jungkäfers begonnen. Damit ist die lange Schwärmzeit ohne weiteres erklärt.

Es hat nur sehr relativen Wert, die Dauer einer Generation nach Tagen zu bestimmen, da diese von einigen klimatischen Faktoren abhängig ist, die für jedes Gebiet anders sind. In Laboratoriumsversuchen, bei gleichbleibenden Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen sind für viele Insektenarten die genauen Werte ermittelt worden. Da, mangels geeigneter Geräte[1]), dies hier nicht durchgeführt werden konnte, habe ich versucht, wenigstens durch Zuchten unter den verschiedensten Freilandsbedingungen eine ungefähre Abgrenzung des optimalen Bereichs zu erzielen. Es mußten dabei die Feuchtigkeitswerte unbeachtet bleiben. Auch konnte nur im Bereich unter den optimalen Temperaturen eine Abgrenzung vorgenommen werden. Da aber gerade in diesem Bereich wichtige Grenzen liegen, die für Massenvermehrungen von Bedeutung sein können, wurde auf diese Beobachtungen besonderer Wert gelegt.

Insgesamt standen 18 verschiedene Zuchten sorgfältig getrennt unter Beobachtung. Fünf zu verschiedenen Zeiten befallene Stammstücke wurden in München gezogen. Zehn waren gekennzeichnete Windbruchstücke im Berchtesgadener und Reichenhaller Gebiet, drei lagerten in Plüderhausen bei Schorndorf in Tallage. Das Datum des Befalls wurde ermittelt durch Festlegung der Größe der Brutbilder am Tage der Kennzeichnung und nachträglichen Vergleich der Größe mit Brutbildern, deren Entwicklungszeit feststand (bei den Infektionsversuchen). So konnte — bis auf wenige Tage — genau die Entwicklungsdauer ermittelt werden. Diese schwankte schon bei den wenigen kontrollierten Zuchten

[1]) Infolge der kriegsbedingten Zerstörungen im Institut für angewandte Zoologie, München, konnten Laborversuche nur in sehr begrenztem Umfang vorgenommen werden.

erheblich. Die günstigste Lage schienen die Plüderhausener Zuchten gehabt zu haben. Die ungünstigste hatte ein Stück, das künstlich in 1200 m Höhe verbracht worden war. Während im ersteren Fall, vom Einbohren bis zum Beginn des Ausfluges der Jungkäfer, 52—53 Tage vergingen, betrug die Anzahl bei letzterem, ungünstigsten Fall mindestens 165 Tage. Dabei sind die ersten 10 Tage geschätzt, es könnten noch etwas mehr sein. Der Vergleich dieser Zeiten mit dem Temperaturverlauf an den betreffenden Stellen [1]) ergab eine recht weitgehende Abhängigkeit von der Temperaturkurve. Ja es schien so, daß überhaupt nur diese eine Bedeutung für die Entwicklungsdauer hat.

Das Ergebnis der Untersuchung war, daß *curvidens* in kontinentalen Gebieten, mit der mittleren Monatstemperatur bei + 18° im Juli, ohne weiteres zwei Generationen im Jahr zur Entwicklung bringt. Unter günstigen Bedingungen sogar eine teilweise dritte Generation. Bei tiefern Durchschnittstemperaturen nimmt die Wahrscheinlichkeit, daß mehr als eine Generation im Jahr zur Entwicklung gebracht wird, laufend ab. Bei einem Monatsmittel im Juli von + 12° konnte noch eine Generation mit Sicherheit zur Entwicklung gebracht werden. In Gebieten mit Seeklima dürften die Werte noch etwas tiefer liegen.

Bei aller Vorsicht, die bei Temperaturvergleichen, die durch Umrechnung der Vertikalen ermöglicht werden, nötig ist, kann doch gesagt werden, daß *curvidens* in allen natürlichen Tannenstandorten bis 800 m Höhe zwei Generationen im Jahr zur Entwicklung bringen kann. Unter günstigen Bedingungen in warmer (tiefer) Lage ist eine dritte Generation durchaus im Bereich des Möglichen. Die + 20° Juliisotherme verläuft ungefähr entlang des Nordrandes des natürlichen Tannengebietes, das vertikal stets in 300—400 m Meereshöhe beginnt, also bei einer durchschnittlichen Juliisotherme von + 18°. Diese reicht noch aus, um *curvidens* eine teilweise dritte Generation zu gestatten. Wird die Tanne aber außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes angebaut, wobei es sich meist um tiefer oder zumindest wärmere Lagen handelt, so ist *curvidens* dort schon klimatisch sehr begünstigt. Diese Feststellungen werden uns später bei der Untersuchung der Massenvermehrung noch zu beschäftigen haben.

Die von BARGMANN (2) als Entwicklungsdauer von *curvidens* bei der Massenvermehrung im Jahre 1896 in Oberelsaß ermittelten Zeiten ergaben insgesamt 64 Tage. Die von mir beobachteten und errechneten Werte deckten sich mit diesen Angaben.

3. Fraß

a) Bilder des Fraßes an verschiedenen Bruthölzern

P. curvidens verursacht drei völlig voneinander verschiedene Fraßbeschädigungen an Tanne, deren Zusammengehörigkeit zunächst kaum erkennbar ist. Dazu konnten noch auffallende Abweichungen in der Form bei Fraßbildern an anderen Futterpflanzen beobachtet werden.

---

[1]) Die Temperaturen für Plüderhausen wurden nach den Stuttgarter Werten, die Temperaturen für die einzelnen Höhenlager bei Reichenhall und Berchtesgaden nach den Werten von Reichenhall umgerechnet. Dabei wurden je 100 m ½° C abgezogen, so daß die Werte von 200 zu 200 m in der Vertikalen um 1° C niedriger veranschlagt wurden. Bei Lagerung der Fraßstücke in den Berglagen wurden Steilhänge und reine Süd- oder Nordlage vermieden. Die Zeiten, die für die Entwicklung gebraucht wurden, nahmen mit der zunehmenden Höhe annähernd gleichmäßig zu.

Die bekannte Form des Brutfraßes, das liegende H, ist in allen Lehrbüchern beschrieben und abgebildet. Daß häufig Abweichungen in der Form vorkommen, ist ebenfalls lange bekannt. Trotz sorgfältiger Beobachtung der Nebenumstände gelang es nicht, irgendeine Gesetzmäßigkeit oder bestimmte Ursache für diese Abweichungen zu finden. Einzig in der Länge der einzelnen Brutarme konnte eine Abhängigkeit ermittelt werden, die kurvenmäßig für einen bestimmten Bereich festgelegt wurde. Bei einzelnstehenden Brutbildern sind die Arme oft 7 bis 8 cm lang. Schon bei geringer Zunahme der Befallsdichte nimmt die Länge stark ab. Bevor die Brutbilder so dicht den Stamm bedecken, daß freie Fläche nicht mehr vorhanden ist, haben die Brutarme nur noch eine Länge von 5 cm. Diese fällt dann weiter bis etwa 4,5 cm. Danach bleibt sie ziemlich konstant und sinkt erst weiter ab, wenn mehr als 60 Brutarme auf 400 m² auftreten (siehe Abb. 23).

Sehr gleichmäßig ist der Abstand der Eigruben voneinander. Die Zahl beträgt 14—15 Stück (insgesamt) je Zentimeter. Sie ist so konstant, daß man mit ihrer Hilfe aus der Zahl der Brutarme mal der durchschnittlichen Länge derselben und mal 14 (der Eizahl je Zentimeter), die Gesamtzahl der abgelegten Eier berechnen kann.

Deutliche Unterschiede waren bei Brutfraß an Lärche zu beobachten (Abb. 6). Die Brutarme sind im Durchschnitt wesentlich länger und zeigen nach einer Strecke normalen Verlaufs in der Waagerechten oft plötzliches Abbiegen in die Faserrichtung nach oben oder unten. Man wird unwillkürlich an die Fraßbilder von *Ips cembrae* (der an *Larix* vorkommt!) erinnert. Eine weitere auffallende Tatsache ist die dichtere Stellung der Eigruben in Brutbildern an Lärche. Diese Erscheinung ist manchmal sehr sehr auffällig. Es wurden daher an allen Stellen, an denen *curvidens* in Lärchen beobachtet werden konnte, die Zahl der Eigruben je Zentimeter geprüft. Sie schwankte zwischen 16 und 22, betrug im Durchschnitt 17—18. Für beide Erscheinungen konnte eine sinnvolle Erklärung bisher nicht gefunden werden.

Die zweite Form des Fraßes, der eigenartige Regenerations-Totfraß, wurde bereits oben beschrieben (Abb. 5). Soweit keine Brutgänge da sind, zeichnet sich dieser Fraß durch besonders geringe Beschädigung des Splintes aus. Zeigen Eigruben an, daß Brutgänge angelegt wurden, so ist der Fraß auch wieder tiefer in den Splint eingeschnitten.

Derselbe Fraß konnte ebenfalls an Lärche beobachtet werden. Von dieser Fraßform fanden sich dabei auch einzelne Bilder in sonst gesunden Bäumen, die durch spätere Wundkorkbildung und Harzinfiltration wieder vernarbt waren. Bei echten Brutbildern konnte diese Erscheinung nicht gefunden werden, obwohl eingehend danach gesucht wurde. Ich sehe es als Nachweis dafür an, daß dieser Fraß normal an gesünderen Bäumen ausgeführt wird als der Brutfraß.

Die dritte Form der Fraßbeschädigung ist der Überwinterungsfraß. Dieser wurde sehr spät als solcher erkannt und von Braun (6) erst-

Abb. 5. Regenerations-Totfraß von *Pit. curvidens* Germ. (Etwa 1/3 nat. Gr.)

malig genau beschrieben. Er wird äußerlich durch perlschnurförmigen Harzfluß an-

Abb. 6. Brutfraß von *Pit. curvidens* Germ. an Lärche, Forstamt Waldmünchen. (Etwa 1/3 nat. Gr.)

gezeigt, am entrindeten Stamm erkennt man ihn als kleinen dunklen Fleck. Dort, wo er dicht auftritt, sieht der entrindete Stamm aus „wie mit grobem Schrot beschossen". Am stehenden Stamm ist bei starkem Überwinterungsfraß dichter Harzfluß zu sehen. BRAUN hat schon darauf hingewiesen, daß die vor ihm noch von SCHEIDTER (30) aufgestellte Behauptung, es handle sich um „abgeschlagene Angriffe", unbegründet ist. Ich gehe sogar so weit, daß ich die Möglichkeit von „abgeschlagenen Angriffen" bei *curvidens* in Zweifel ziehe. Die Begründung hierfür wird weiter unten bei den Infektionsversuchen gegeben werden.

Gegen BRAUN steht die Auffassung von SCHNEIDER-ORELLI und W. KUHN (35), die den Harzfluß wieder als Folge „mißglückter Angriffe" auffassen; dabei wird aus der geringen Zahl der in diesem Fraß aufgefundenen Käfer irrtümlich auf die Unmöglichkeit eines Überwinterungsfraßes geschlossen. Zur Bekräftigung dieser Ansicht wird aufgeführt, daß in zwei Fällen Anfänge von Brutgängen gefunden

werden konnten. Hierzu sei darauf hingewiesen, daß dieser Fraß keine „Winterwohnung" ist, dazu wird er viel zu früh verlassen. Er stellt einen Ernährungsfraß dar, um den Winter zu überdauern. Die eigentliche Überwinterung erfolgt unter Rindenschuppen und ähnlichen Verstecken. Die noch nicht ausgeflogenen Jungkäfer überwintern natürlich im Brutbild. Die Überwinterungsfraßbilder mit einem kurzen Brutgang, die Schneider-Orelli beschreibt, waren von Altkäfern angelegt, diese hatten schon gebrütet und der Regenerationsfraß folgte in der Reihe der Fraßformen.

Schneider-Orelli berichtet gleichzeitig, daß Brutfraß stets in den Kronen beginne, die Einbohrlöcher mit Harztropfen aber am ganzen Stamm zu finden seien. Es kann sich dabei kaum um denselben Fraß handeln, da es nicht sehr wahrscheinlich erscheint, daß die Käfer immer dann, wenn sie „mißglückte Angriffe" führen, ihre Brutgewohnheiten wechseln. Außerdem ist der genannte Fraß nur im Herbst und Winter zu finden.

Über die physiologische Wirkung dieses Fraßes hat ebenfalls Braun (6) Untersuchungen angestellt. Die Tanne wird durch ihn auf längere Zeit geschwächt, doch kann sie sich, wenn kein Brutfraß dazu kommt, wieder erholen.

Der Fraß muß als ausgesprochen primär angesehen werden. Seine Bedeutung als vorbereitender Faktor der Disposition für Brutfraß darf nicht unterschätzt werden, wenn auch seine Gefährlichkeit, dadurch daß er am Stamm verübt wird, nicht der lebensgefährdenden Wirkung des Überwinterungsfraßes von *Cr. picae* gleichzustellen ist. Dieser frißt in den Ästen und riegelt so weitgehend den Saftstrom ab.

Ein wenig auffälliger Fraß ist der eigentliche Reifungsfraß. Dieser wird von den Jungkäfern in der Rinde des Brutbaumes ausgeführt. Nach dem Schlüpfen verlassen diese die Puppenwiegen im Holz und fressen sich unter der Rinde einen kurzen Gang, in dem sie sich ausfärben. Erst wenn sie schwarmbereit sind, wird ein Gang nach außen genagt. Unter dem Mikroskop können die verschieden feinen Fraßmehlarten, vom Reifungsfraß und dem Bohrgang ins Freie, deutlich unterschieden werden. Ist die Witterung ungünstig, so bleiben die Käfer in den Reifungsfraßkammern sitzen und warten in den offenen Fraßbildern, bis die Witterung ihnen zusagt. Manchmal laufen sie auch etwas außen auf dem Stamm umher, ohne zu schwärmen, um bei weiterer Verschlechterung der Witterung sich wieder zu verkriechen. Sowie das Wetter aber günstig ist, beginnen sie in Scharen die Quartiere zu verlassen und schwärmen.

Überwinterungsfraß und Reifungsfraß wurden auch an Lärche und Douglasie beobachtet. Der Überwinterungsfraß war an Douglasie etwas seltener als an den danebenstehenden Tannen. Bei Lärche war im gleichen Fall kein Unterschied zu beobachten. Der Reifungsfraß wird an Douglasie als längerer Gang gefressen, wohl wegen der sehr flachen Rindenschicht.

b) Stammholzfraß

Gegen Ende der Entwicklungszeit bohren sich die Larven in das Splintholz ein. Dabei beginnen sie steil nach innen zu bohren, um, in 2—10 mm Tiefe wieder in der ursprünglichen Richtung weiternagend, die geräumige Puppenwiege anzulegen (Abb. 7 P). Die Lage des Kopfes bleibt dabei meist in der Richtung, in der genagt wurde, also je nachdem, nach oben oder unten. Der Steilgang wird mit Bohrmehl fest verstopft (Abb. 7 B). An der oberen Schicht dieses Bohrmehls wird eine wasserabweisende Imprägnierung vorgenommen. Der Nachweis dafür ist an Querschnitten, die mit Wasser benetzt wurden, deutlich zu führen. Gefärbtes Wasser dringt nicht von oben in den Bohrmehlpfropfen ein, erst wenn seitlich das Holz durchdrungen ist, gelangt es auch etwas in das Bohrmehl. Ein Teil des Holzbohrmehls wird in die Rindengänge hinausgeschoben und bildet dort gutsichtbare weiße Stellen, die beim Entrinden sofort auffallen (Abb. 8). Diese Erscheinung kann als Anzeichen für Splintholzbefall in der Praxis gut verwandt werden.

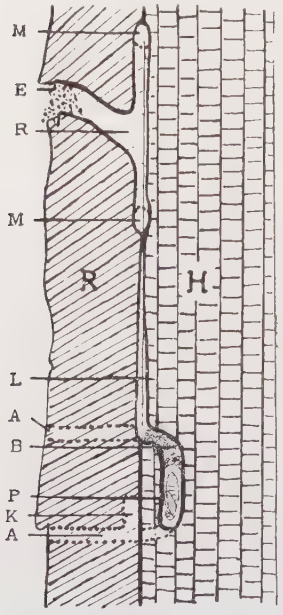

Abb. 7. Schematischer Querschnitt durch ein *curvidens*-Brutbild. Links: Rinde (R), rechts: Holz (H). — A Ausbohrgang (es wird je nach Lage einer der angezeigten Wege benützt), B Bohrmehlpfropfen, E Einbohrgang, K Reifungsfraßkammer, L Larvengang, M Muttergang, P Puppenwiege mit Puppe, R Rammelkammer

Die Larve schreitet in der Puppenwiege nicht sofort zur Verpuppung, sondern ruht eine Zeitlang. In den Wintermonaten kann sich dieser Zustand über viele Wochen hinziehen. Die Puppenruhe selber ist kurz. BARGMANN (2) gibt für Larven und Puppenzeit 17 Tage an. Ich selber konnte im Sommer die Puppenruhe auf 8—10 Tage bestimmen. Bei kühler Temperatur wird sie sicher länger dauern. Wie lange die Larve in der Puppenwiege geruht hat, konnte natürlich nicht festgestellt werden.

Der geschlüpfte Jungkäfer verläßt noch ganz hell die Puppenwiege. In diesem Zustand müssen die Mandibeln aber schon so weit erhärtet sein, daß er sich eventuell durch die Holzschicht hindurchnagen kann. Häufig wird dies allerdings unterlassen und nur der Bohrmehlpfropfen herausgestoßen. Eine Regel, wann der eine oder der andere Weg eingeschlagen wird, war nicht festzustellen.

Vereinzelt wird bei *curvidens* beobachtet, daß die Puppenwiegen nicht im Splintholz, sondern in der Rinde angelegt werden. Besonders am Fuße dickborkiger Stämme findet man diese häufiger. Eine bestimmte Ursache für das abweichende Verhalten konnte nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden. Doch besteht die Möglichkeit, daß eine Abhängigkeit von den physiologischen Verhältnissen in der Tanne vorhanden ist.

Eventuell kommt die größere Feuchtigkeit des Stammes in Betracht, da die Erscheinung in Erdnähe gehäuft auftritt.

An Douglastanne war dies abweichende Verhalten sehr häufig, nicht nur am Fuße, sondern am ganzen Stamm. Oft waren kaum 50 % der Puppenwiegen im Holz angelegt, obwohl die Rinde von Douglasie recht dünn ist und nur wenig Schutz gewährt. Auch hier möchte ich physiologischen Abweichungen in der Douglasie, von dem Zustand des Tannenholzes, als Ursache betrachten.

4. Wirkung des Fraßes an den Baum

Die physiologische Wirkung des Fraßes auf die Tanne wurde bisher wenig beachtet. Braun (6) hat die Frage bei *curvidens* kritisch angeschnitten. Er zeigte bei seinen Untersuchungen über den Überwinterungsfraß, daß dieser pathologische Veränderungen an den Jahresringen hervorruft, die für die Tanne schwerwiegende Folgen haben, da der steigende Saftstrom erheblich gehemmt wird.

In Verfolgung dieser Wirkung, sowie aus der Überlegung heraus, daß der Baum durch Rindenfraß allein nicht rot zu werden braucht, sondern dies erst im nächsten Frühjahr eintreten müßte, wurde nach einer Methode gesucht, um die direkte Schädigung durch den Fraß, abgesehen von der mechanischen Verletzung zu beweisen.

Als sicher konnte angenommen werden, daß dichter Splintfraß den Baum umbringen muß. Doch wäre dies dann ein reines Vertrocknen der Bäume wie nach Wurzelzerreißungen infolge von Stürmen oder wie bei Trockenheit überhaupt.

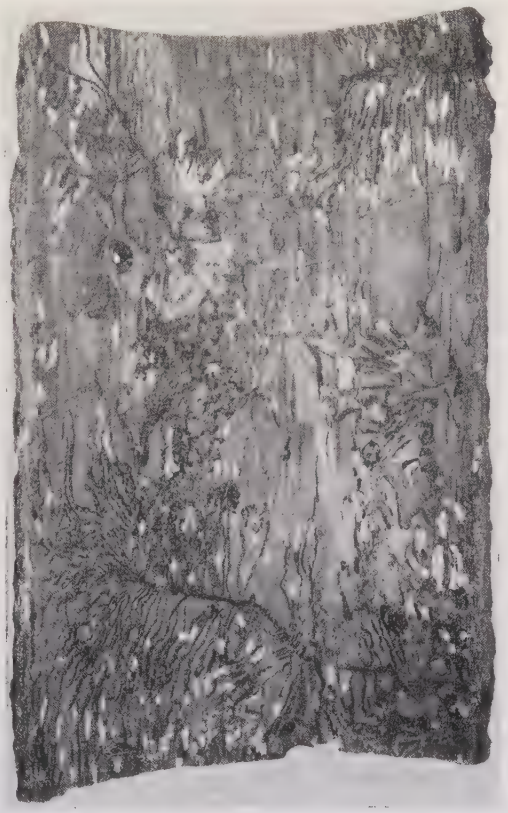

Abb. 8. Tannenrinde mit Fraßgängen von *Pit. curvidens* Germ. Weiße Fraßmehlspuren zeigen an, daß die Larven bereits in das Holz eingebohrt sind. (In diesem Stadium muß bei der Bekämpfung der entrindete Stamm mit Gift behandelt werden) (2/3 nat. Gr.)

Dagegen, daß dies die einzige Ursache ist, sprechen mehrere Gründe. Schon Bargmann (2) erwähnt, daß er die von *curvidens* befallenen Stämme, an der fuchsroten Farbe, von den durch Trockenheit ab-

gestorbenen, die nur langsam braun werden, unterscheiden konnte. Dieses Merkmal hatte ich ebenfalls bereits als sicheres Kennzeichen herausgefunden, bevor mir die Mitteilung BARGMANNS bekannt wurde. —

Abb. 9. Stammholzfraß von *Pit. curvidens* Germ. (Querschnitt nat. Gr.)

Bei Trockenheit wird zuerst der Gipfel rot. Hat *curvidens* einen Stamm befallen, so beginnt die Verfärbung an den Wasserreisern. Dies ist das erste und sicherste Zeichen für *curvidens*-Befall. Darauf konnte die ganze Kontrolle von Schadgebieten auf stehenden Befall gegründet werden.

Was ist die Ursache dieser Erscheinung, die einer Vergiftung nicht unähnlich ist? Zunächst vermute ich, daß die Exkremente der Larven eine solche Wirkung hätten. Das Aussehen des Überwinterungsfraßes brachte mich dann aber auf eine neue Spur.

Dieser hinterläßt, wie erwähnt, erbsengroße Punkte auf dem Stamm. Der eigentliche Fraßgang ist aber höchstens 1,5—2 mm breit. Deshalb untersuchte ich das umliegende Gewebe auf seine Veränderungen. Ein Querschnitt ergab das Bild, das die Abb. 10 zeigt. Auf diesem fällt sofort die eigenartige Lage der Wundkorkschicht auf. Sie läßt um den Fraßgang herum eine clavusförmige Zone frei. Diese ist nur zum Teil, und wohl auch sekundär, über den Fraßgang vom Stammholz aus, mit Harz infiltriert.

Einige mit einem Drillbohrer an Tanne angebrachte Bohrlöcher zeigten nach drei bis vier Wochen ebenfalls Wundkorkbildung. Diese erfolgte jedoch unregelmäßig an den Rändern des Bohrloches und ließ nur einzelne völlig zerfetzte Gewebeteile frei.

Untersucht man junge Brutbilder auf das Aussehen des umliegenden Gewebes, so findet man bereits in der Umgebung der Teile des Muttergan ges, die noch ungeschlüpfte Eier in den Eigruben zeigen, bräunliche Verfärbung.

So erscheint es wahrscheinlich, daß die Käfer und Larven eine Reizwirkung auf das umliegende Gewebe ausüben, deren Folgen das schnelle Verfärben der Bäume bewirken müssen. Die Möglichkeit, daß auch die Exkremente eine Reizwirkung haben, sei damit nicht ausgeschlossen. Es wird schwer sein, die eigentliche Reizursache zu finden. Es kann eine chemische Wirkung sein, aber auch eine rein mechanische, die erst chemische Veränderungen in den Zellen

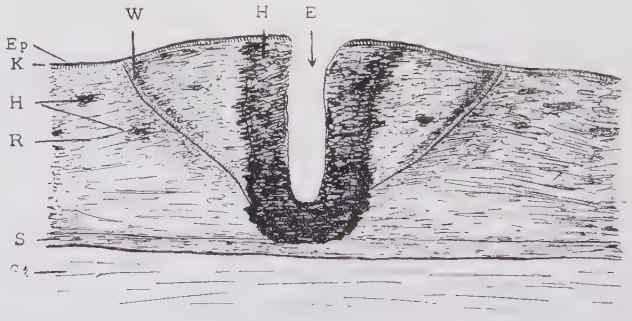

Abb. 10. Querschnitt durch Überwinterungsfraß von *Pit. curvidens* Germ. E Einbohrgang, Ep Epidermis, H Harzinfiltrationen und Harzgänge, K Korkschicht, R Rinde, S Siebröhrenschicht, St Stammholz, W Wundkorkschicht

hervorruft. Zu denken wäre z. B. an eine Dauereinwirkung von Sauerstoff auf das verletzte Gewebe, welches durch den Fraß lange wund gehalten wird.

5. Schwellenwerte für das Schwärmen

In der Literatur wird *curvidens* allgemein als Frühschwärmer bezeichnet. Der Begriff Frühschwärmer kann zwar nicht auf eine bestimmte Temperatur oder Jahreszeit festgelegt werden, doch werden bestimmte Arten regelmäßig als solche bezeichnet, ebenso wie andere als Spätschwärmer.

Die bekanntesten Vertreter dieser beiden Gruppen sind *Myelophilus piniperda* (großen Waldgärtner) für die Frühschwärmer, und *Ips typographus* (Buchdrucker) für die Spätschwärmer. Schwerdtfeger (36) z. B. gibt für *piniperda* + 9° und für *typographus* + 16—18° als Temperaturschwelle des Schwärmens an. In neuerer Zeit wurde mehrfach darauf hingewiesen, daß die Einstrahlung auf die Borkenkäfer recht erheblichen Einfluß habe und die Körpertemperatur für das Schwärmen entscheidend ist. Zum Beispiel Franz (11). Es war daher zu erwarten, daß keine feste Grenze des Schwärmens zu finden ist und Lufttemperaturenangaben nur Mittelwerte darstellen. Dies um so mehr, als gerade in den Frühlingsmonaten die Einstrahlung am stärksten ist. Hierbei ist zu beachten, daß man nicht allein von der Vorstellung ausgehen darf: der dunkelgefärbte Borkenkäfer kann in der Sonne viel Strahlung resorbieren, wie es etwa bei Franz (9) geschieht. — Es ist noch keineswegs erwiesen, daß der dunkel aussehende Borkenkäfer auch wirklich die Masse der ihn treffenden Strahlung resorbiert. Die sehr feine Behaarung könnte durchaus eine Schutzwirkung besitzen. Weiter ist es bekannt, daß die poikliothermen Insekten auf bestimmte Reize mit Erhöhung der Körpertemperatur reagieren können. Intensive Sonnenstrahlung kann möglicherweise derartige Reizwirkung haben.

Unter diesen Voraussetzungen wurde versucht, die Temperaturschwelle für das Schwärmen von *curvidens* zu bestimmen.

Dazu wurden zwei Versuche durchgeführt:

1. Etwa 50 Käfer, die an einem Fangbaum abgesammelt waren, wurden in ein Becherglas gesetzt, das innen durch Drahtgaze und Rinde so eingerichtet war, daß die Käfer mit der Glaswand nicht in Berührung kamen. Ein in der Mitte eingehängtes Thermometer zeigte die Lufttemperatur im Behälter an. Das über Nacht im Kühlschrank vorsichtig auf + 3° abgekühlte Glas wurde ins Zimmer gebracht und erwärmte sich dort langsam auf + 19°. Diese Temperatur konnte nach etwa 3 Stunden erreicht werden. Der Versuch wurde mehrere Male wiederholt. Dabei ergab sich die in Tabelle 1 dargestellte Aktivität. Die Ergebnisse wurden dann im Freien nachgeprüft und deckten sich mit den Verhältnissen im dichten Hochwald weitgehend.

   Bei + 4 bis + 5° beginnen die Käfer langsam ungerichtete Bewegungen auszuführen (Phase I in Tabelle 1). Diese gehen dann gleitend in lebhaftere Bewegungen mit völlig ausgestreckten Fühlern über (Phase II). Als Kriterium der Grenze zwischen I und II wurde die Ausführung von gerichteten Bewegungen bei voll ausgestreckten Fühlern gewählt. Bei + 15° etwa be-

gannen die ersten Käfer die Flügel zu entfalten und Flugversuche zu machen. Bei 16—17° waren die meisten damit beschäftigt (Phase III).

Bei Temperatur von + 17° und mehr waren im Freien bald alle Käfer abgeflogen (Phase IV).

Tabelle 1

Steigende Aktivität von *curvidens* bei steigenden Temperaturen (Mittel aus vier Freilandversuchen im Forstamt Schorndorf am 14. und 15. Juni 1948, Versuche mit je 50 Käfern)

°C	I. Phase ungerichtete Bewegung	II. Phase lebhaftes Umherlaufen	III. Phase Beginn des Schwärmens (Strecken der Flügel)	IV. Phase Schwärmen
	Käfer	Käfer	Käfer	Käfer
+ 3	—	—	—	—
+ 4	2	—	—	—
+ 5	12	—	—	—
+ 6	27	—	—	—
+ 7	46	4	—	—
+ 8	30	20	—	—
+ 10	5	45	—	—
+ 12	3	47	—	—
+ 14	2	46	2	—
+ 15	1	35	14	—
+ 16	—	11	33	6
+ 17	—	6	32	12
+ 18	—	1	6	43
+ 19	—	—	3	47
+ 19 (nach längerer Zeit)	—	—	—	50

2. Dieser Versuch sollte die Wirkung der Strahlungseinflüsse beweisen. Dazu wurden je 60 Käfer auf zwei Rindenstücke gesetzt, die in flachen Holzkästen lagen. Über das eine Rindenstück wurde ein Spiegel gehängt und dessen Stellung stets nach dem Sonnenstand korrigiert. Dadurch konnte totale Reflektion der Sonnenstrahlung erreicht werden. Um Einflüsse vom Boden her möglichst auszuschalten, die normalerweise auch nicht vorhanden sind, lag unter den Holzkästen eine mehrfach gefaltete Wolldecke.

Der Versuch wurde in der Nähe von Berchtesgaden in 1200 m Höhe und Südostlage durchgeführt. Er begann 6 Uhr morgens bei einer Lufttemperatur von + 6,5°, die Sonneneinstrahlung erreichte 7.35 Uhr erstmalig das eine Rindenstück. Abb. 11 zeigt uns den Verlauf der Lufttemperatur und die verschiedenen Grade der Aktivität bei den besonnten und unbesonnten Käfern. Es zeigte sich, daß die Käfer in der Sonne bereits bei Temperaturen von + 11° bis + 14° schwärmten, während sie im Schatten erst zwischen + 15° und + 18° damit begannen.

Betrachten wir das Ergebnis des ersten Versuchs, so erscheint es wenig gerechtfertigt, *curvidens* als Frühschwärmer zu bezeichnen. Die benötigte Lufttemperatur liegt nur wenig unter der, die für den Spätschwärmer *typographus* genannt wird. Doch ändert sich das Bild sofort bei Einbeziehung des zweiten Versuches in die Betrachtung. Hier sehen wir ein Steigen der Aktivität in stärkerer Sonnenbestrahlung. Die im Gebirge ermittelten Werte sind besonders deutlich, da die Einstrahlung in Höhenlagen beträchtlich größer ist, als in der Ebene. Die Temperatur-

schwelle liegt hier so viel tiefer, daß die Bezeichnung Frühschwärmer gerechtfertigt erscheint.

Berücksichtigt man die stärkere Erwärmung der besonnten Rinde, die ein schnelles Erreichen der Mindesttemperaturen für das Verlassen der Verstecke zur Folge hat, so erscheint es leicht erklärlich, daß *curvidens* bereits in den ersten Frühlingstagen schwärmt. Da eine größere Zahl von Individuen jedoch regelmäßig in jüngeren Entwicklungsstadien überwintert, wird die erste Schwärmzeit trotzdem bis in den Mai hingezogen.

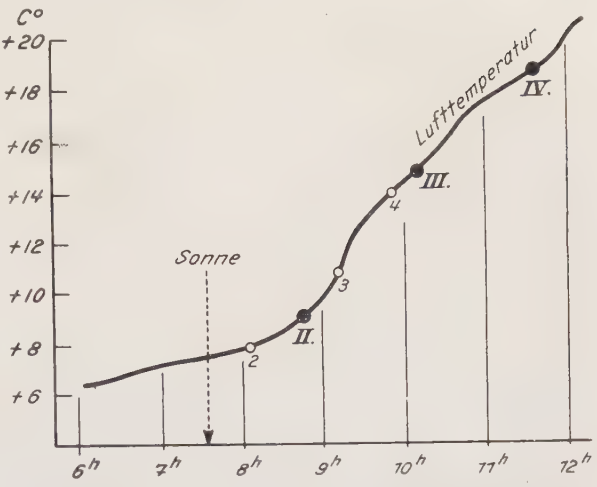

Abb. 11. Einsetzen des Schwärmens von *Pit. curvidens* Germ. im Freiland mit und ohne Besonnung (Erläuterungen siehe Text).
Senkrechter Pfeil (7,35 h) Beginn der Sonneneinstrahlung
○ 2 Beginn der 2. Phase bei besonnten Käfern
○ 3 Beginn der 3. Phase bei besonnten Käfern
○ 4 Beginn der 4. Phase bei besonnten Käfern
● II Beginn der 2. Phase bei Käfern ohne Sonnenbestrahlung
● III Beginn der 3. Phase bei Käfern ohne Sonnenbestrahlung
● IV Beginn der 4. Phase bei Käfern ohne Sonnenbestrahlung

Mitte Februar 1948 konnte *curvidens* von mir zweimal beim Schwärmen beobachtet werden. Es war in Südhängen bei Reichenhall an sonnigen Tagen. BARGMANN (2) erwähnt das gleiche sogar vom 14. Januar.

Die Käfer reagieren schnell auf Temperaturveränderungen. Ebenso auf wechselnde Einstrahlungsintensität. Wenige Minuten nach einer Beschattung ließ das Schwärmen stark nach. Es ist nicht wahrscheinlich, daß nur die veränderte Körpertemperatur daran schuld ist. Ich halte den Wegfall bestimmter Teile der Sonnenbestrahlung, z. B. im Ultraviolett, für bedeutsam. Die sich ergänzende Wirkung von Temperatur und Einstrahlung ist kaum in Zweifel zu ziehen.

Außer diesen Faktoren scheint aber auch die Luftfeuchtigkeit einen bestimmten Einfluß auf das Schwärmen zu haben. Leider waren hierbei Messungen nicht möglich. Versuche mittels einer Mikromethode (Taupunktbestimmung) die Luftfeuchtigkeit in den Rindengängen zu bestimmen, scheiterten an der Ungenauigkeit der Messungsergebnisse. Es konnte lediglich beobachtet werden, daß vorangegangene Niederschläge, auch bei baldiger Wiedererwärmung, verzögernde Wirkung auf das Schwärmen auszuüben schienen.

Ein weiterer Faktor ist der Luftdruck, der unter gewissen Bedingungen starken Einfluß auf das Schwärmen haben kann. Die schon allgemein von Insekten bekannte Tatsache, daß bei plötzlich fallendem Luftdruck eine erhöhte Aktivität zu beobachten ist, konnte auch bei

curvidens festgestellt werden. — Vor Gewitterfronten wurde mehrfach eine erhebliche Zunahme der Schwärmintensität beobachtet. Daß Insekten durch ihr Schwärmen nahende Unwetter anzeigen, wurde schon öfters beschrieben (z. B. bei UVAROV [38] zusammenfassend dargestellt).

Es sei nebenbei bemerkt, daß mit ziemlicher Sicherheit nicht der Luftdruck selber die Ursache ist, sondern eine von ihm abhängige Veränderliche der Atmosphäre. An Käfern, die unter einer Glasglocke saßen, in der durch Auspumpen der Druck erniedrigt wurde, war kein Zunehmen der Aktivität festzustellen.

6. Natürliche Widerstände

a) Abiotische Faktoren

Die Einwirkung abiotischer Faktoren ist bei *curvidens* seiner Lebensweise zur Folge mehr mittelbar über die Tanne, als unmittelbar möglich. Immerhin sind oben direkte Einflüsse von Temperatur und Strahlung mitgeteilt. Ebenso wurde die wahrscheinlich hemmende Wirkung höherer Feuchtigkeitswerte auf das Schwärmen angedeutet.

Einer besonderen Untersuchung wurden die extrem hohen Temperaturen unterzogen, die bei praller Besonnung in der Rinde auftreten, Es war beobachtet, daß frisch eingebohrte Käfer bei einer längeren Besonnung Fangbäume wieder verließen. Außerdem konnte an entrindeten Stämmen, in denen *curvidens*-Larven eingebohrt waren, in den Zonen, die längere Zeit der senkrechten Sonneneinstrahlung ausgesetzt waren, keine lebenden Larven mehr festgestellt werden.

Zur Bestimmung der Rindentemperaturen mußte eine besondere Meßanordnung getroffen werden, da mit normalen, in die Rinde eingeführten Thermometern keine zuverlässigen Werte erhalten werden können. Zur Messung dienten kleine dünnwandige Thermometer, die mit dicken Watteisolierschichten umgeben und darüber mit Stanniol überzogen worden waren. So wurde erreicht, daß eine Wärmeleitung durch die Thermometer nach außen oder innen vermieden werden konnte. Die Thermometer waren gleichsam völlig von dem Medium Rinde umgeben. Die Isolierung war abnehmbar angebracht, so daß jederzeit die Temperatur abgelesen werden konnte. Die Thermometer wurden bereits am frühen Morgen so tief als möglich in der Rinde versenkt, damit bis zu Beginn der Sonneneinwirkung die Temperaturen ausgeglichen waren. Vom Zeitpunkt der ersten Besonnung ab wurden laufend alle 10 Minuten die Temperaturen abgelesen.

Die Messungen ergaben, daß bei Temperaturen von $+44^{0}$ alle Käfer die Rinde wieder verlassen hatten. Gleichzeitig konnten aber in besonnten Fangbäumen mehrfach Kambialtemperaturen bis $+60^{0}$ und darüber beobachtet werden. Dieses Ergebnis hat für die richtige Lagerung von Fangbäumen entsprechende Bedeutung.

Bei langsamer künstlicher Erwärmung im feuchtgehaltenen Gefäß wurden um $+60^{0}$ (Temperatur der Luft) an *curvidens* irreversible Wärmestarre beobachtet. Auch für kürzere Zeit wurde diese Temperatur nicht mehr ertragen, was wenig darunter noch der Fall war. Es ist anzunehmen, daß die obere tödliche Temperaturgrenze knapp unter dem genannten Wert liegt. Diese Temperaturen sind auffallend hoch, nur von wenigen Insekten sind ähnliche Fähigkeiten bekannt. PIERCE (nach UVAROV [38]) gibt für den cotton-boll-weevil (*Anthonomus grandis*)

Temperaturen bis zu 62 ° an, die je nach der Luftfeuchtigkeit für kürzere Zeit (10 bis 15 Minuten) noch ertragen werden. Dabei traten Wärmestarren bis zu 10 Stunden ein. In der von UVAROV (38) zusammengestellten Tabelle der höchsten Temperaturen, die noch ertragen wurden, wird für *Xylotrechus quadrupes* (*Cerambycidae*) nach BOUTAN (1907) 60° angegeben, die für kurze Zeitspannen (5 Minuten) noch ertragen werden. Da diese Art ebenfalls ein Bewohner von Rinde ist, könnte die Fähigkeit hohe Temperaturen auszuhalten, vielleicht eine besondere Eigenschaft der Bewohner dieses Lebensraumes sein.

Eine Bestimmung tiefster Temperaturen erschien nicht gut möglich, da die Käfer, wenn sie langsam einwintern, sicher tiefere Temperaturen ertragen, als bei einer künstlichen Abkühlung gefunden würden. Die Festlegung dieser Grenze erscheint nicht so bedeutsam, da bereits von vielen Insekten große Kältehärten bekanntgeworden sind. Eine Ausnahme ist kaum zu erwarten

Wichtig dürfte biologisch die erträgliche Grenze der Erwärmungsgeschwindigkeit sein, da diese bei Besonnung im Winter mitunter recht erheblich sein kann. (Zur Bedeutung der Abkühlung und Erwärmung sei auf UVAROV [38] verwiesen.)

Von großer Bedeutung ist die Widerstandskraft der Larven gegen Austrocknung des bewohnten Mediums. Dazu wurden Untersuchungen vorgenommen, die eine sehr weitgehende Resistenz von *curvidens*-Larven gegen Austrocknung zeigten.

Eine Anzahl Fraßstücke wurden im trocknen geheizten Zimmer aufbewahrt und laufend auf den Entwicklungszustand der Larven untersucht. An gleichzeitig entnommenen Holz- und Rindenproben erfolgte Bestimmung des Feuchtigkeitsgehalts. Dies geschah durch Wägung und anschließender Darre bei + 105°, bis eine Gewichtsabnahme nicht mehr festzustellen war.

Nach den Ergebnissen dieser Untersuchung lagen die Grenzwerte für die gerade noch mögliche Entwicklung bei einem Trockenheitsgrad, den z. B. im Walde lagerndes Brennholz nicht erreicht. Die gefundenen Werte sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2

Die Lebensmöglichkeit von Larven in Abhängigkeit von dem wechselnden Feuchtigkeitsgehalt in Rinde und Holz
Für die Larven von *curvidens* und *spinidens*. (An Tanne)

Die Werte wurden durch Wägung bestimmt und sind Mittelwerte aus je zehn Messungen:

Larven von	*curvidens*	im	Holz		lebend	. . . .	bei	17,8 %	Feuchtigkeitsgehalt
„	„	„	„	„	tot	. . . . .	„	16,2 %	„
„	„	*spinidens*	„	„	lebend	. . . .	„	17,4 %	„
„	„	*curvidens*	in der	Rinde	lebend	. . .	„	18,8 %	„
„	„	„	„	„	tot	. . .	„	17,0 %	„
„	„	*spinidens*	„	„	lebend	. .	„	18,2 %	„
„	„	„	„	„	tot	. . .	„	16,5 %	„

Zum Vergleich:

1 Jahr im Wald gelagertes Brennholz	. . . .	20—22 % „
Besonders trockene Äste am Baum, Rinde	. . .	19—20 % „
„ „ „ „ „ Holz	. . .	20—24 % „
Jahrelang im Schrank aufbewahrte Fraßstücke	. .	8—15,2 % „

Mit zunehmender Trockenheit ging auch die Entwicklungsgeschwindigkeit zurück. So konnte an vergleichsweise durchgeführten Zuchten in regelmäßig angefeuchteten Gläsern, bei denen der Feuchtigkeitsgehalt der darin aufbewahrten Hölzer nicht unter 28 % sank, eine erheblich größere Entwicklungsgeschwindigkeit beobachtet werden. Dies deckt sich mit Feststellungen an anderen holzbewohnenden Insekten (z. B. Hausbock), bei denen seinerzeit ebenfalls eine direkte Abhängigkeit der Entwicklungsgeschwindigkeit vom Feuchtigkeitsgehalt des bewohnten Substrates nachgewiesen werden konnte.

Von anderen Insektenlarven ist bekannt, daß bei einem bestimmten Grad der Austrocknung der Entwicklung völlig zum Stehen kommt und bei noch weitergehender Minderung der Feuchtigkeit im umgebenden Medium der Zustand irreversibel wird. Diese beiden Grenzen müssen bei *curvidens* sehr nahe an die letale Grenze gerückt sein, denn bei 18,8 % Feuchtigkeitsgehalt noch lebende Larven wurden zum Teil mit ihrem Fraßstück in eine feuchte Kammer verbracht, wobei die Feuchtigkeit in der Rinde bald wieder auf 25 % stieg, was eine normale Weiterführung der Larvenentwicklung zur Folge hatte.

Die schon bei der Untersuchung der Schwärmgewohnheiten erwähnten mißglückten Versuche zur Bestimmung der relativen Feuchtigkeit in den Brutgängen hätte auch eine gewisse Bedeutung für die Kenntnis der auf die Larvenentwicklung einwirkenden Faktoren gehabt. Es hätte so vielleicht die Frage der Schimmelbildung in den Gängen geklärt werden können, die vereinzelt gefunden wurde.

b) Biotische Faktoren

Unter den biotischen Faktoren steht die Futterpflanze mit ihren günstigen oder ungünstigen Bedingungen für die Brut im Vordergrund. Im einzelnen soll darauf bei den Versuchen zur Disposition des Brutbaumes eingegangen werden. Hier seien zunächst nur die in mehr oder weniger parasitischem Verhältnis zu *curvidens* stehenden Lebewesen behandelt.

Neben einer Reihe von Arten, deren Parasitismus oder räuberische Lebensweise bei *curvidens* sicher bekannt ist, steht eine Gruppe, bei der die Beziehungen zu *curvidens* nicht genau zu definieren sind, oder die als „nur Gelegenheitsparasiten" bekannt wurden. An diese schließt sich die große Schar der Kommensalen, der „harmlosen Mitbewohner" an. Sie leben meist saprophag in den Gängen oder machen auf kleinere „Untermieter" Jagd.

Außer den Vertretern der ersten Gruppe werden daher einige Arten aufgeführt, deren Stellung in der engeren Biozönose ungewiß ist. Der Vollständigkeit halber auch noch einige häufigere oder auffallende Vertreter der dritten Gruppe.

Parasitische Pilze konnten bei *curvidens* nicht beobachtet werden, während solche bei *typographus* bekannt wurden. Ebenso waren biotisch begründete Erkrankungen nicht festzustellen. In zwei Fällen, in denen

bei geringer Ausdehnung eine erhebliche Sterblichkeit unter den Larven gefunden wurde, konnte zwar keine andere Ursache nachgewiesen werden, doch gelang der Nachweis einer Infektion auch nicht. Die Möglichkeit muß also offenbleiben.

Größer ist dagegen die Zahl der tierischen Feinde. Es wurden bei *curvidens* in den Brutbildern folgende Arten festgestellt:

Coleoptera

Dromius agilis F. (*Carabidae*) wurde in Waldmünchen unter Borkenkäferrinde bei *curvidens* festgestellt. Die Anwesenheit der Art auf und unter der Rinde ist bekannt, als typischer Räuber bei Borkenkäfern kommt sie nicht in Betracht.

Phloeopora corticalis Grav. (*Staphylinidae*) gehört zu den oft in großer Anzahl die Gänge von Borkenkäfern bevölkernden winzigen Staphyliniden. Die Lebensweise ist noch nicht restlos geklärt. Escherich (9) hält diese kleinen Arten auch für Räuber. Daß sie, wenn sie überhaupt Räuber sind, Borkenkäferlarven angreifen, erscheint nicht sehr wahrscheinlich. Bestimmt sind es nur Ausnahmefälle. Da die Art auch unter unbefallener Rinde zu finden war, erscheint es wahrscheinlicher, daß sie auf die reiche Microfauna, vor allem Milben, Collembolen und ähnliche Tiere Jagd macht.

Homalota plana Gyll. (*Staphilinidae*). Hier gilt das gleiche wie bei der vorhergehenden Art. Sie war in Waldmünchen wesentlich häufiger als *corticalis*, aber nicht so häufig wie *pusillus* (siehe unten).

Placusa tachyperoides Waltl. (*Stapylinidae*) konnte in Sulzburg zusammen mit *Phl. pusillus* gefunden werden. Vereinzelt auch in Schorndorf und Waldmünchen.

Placusa atrata Sahlb. (*Staphylinidae*). Wie die vorige Art in Sulzburg im Schwarzwald. *Atrata* war bisher von Tanne noch nicht genannt worden. In der Literatur wird sie meist als selten an Weide aufgeführt. Ihre Lebensweise dürfte die gleiche sein wie die der vorhergehenden Arten.

Metoponcus brevicornis Er. (*Staphilinidae*) wurde in Schorndorf einmal in großer Anzahl an Tannen und Lärchen bei *curvidens* und *spinidens* gefunden. Die Käfer ähneln in Aussehen und Verhalten den Larven der Kamelhalsfliegen (*Raphidia*), so daß im ersten Augenblick sogar eine Verwechslung möglich ist. *M. brevicornis* wurde von Ganglbauer, nach Reitter (28), als typischer Räuber von *curvidens* beschrieben. Ihre Larven, die ebenfalls in großer Anzahl in den Gängen zu finden waren, beteiligten sich weitgehend an der Vernichtung der *curvidens*-Larven. Viele Brutbilder waren von diesen Käfern und ihren Larven völlig ausgefressen. Auch Jungkäfer von *curvidens* werden von der Imago überwältigt. Dabei versuchen sie ebenso wie *Clerus formicarius* stets die Käfer zwischen Pro- und Mesothorax zu packen und dort eine Verletzung zu erzielen. Die als selten bezeichnete Art wurde bei Schorndorf einmal sehr zahlreich gefunden. Außerdem im bayrischen Wald selten.

Nudobius lentus Grav. (*Staphylinidae*). Die Art ist, ähnlich wie die vorige, ein ausgesprochener Räuber und zählt zu den auf Ipiden spezialisierten Staphyliniden. Bei *Ips typographus* konnte sie ebenfalls beobachtet werden. Im bayrischen Wald, wo die Art öfters gefunden wurde, kann sie nicht als selten betrachtet werden. An anderen Stellen war sie dagegen ausgesprochen selten. Gefunden wurde sie noch bei Schorndorf, Berchtesgaden und Reichenhall.

Phloeonomus pusillus Grav. (*Staphylinidae*) ist eine sehr häufig in den Gängen aller drei Arten von *Pityokteines* zu findende kleine Staphylinide. Einzelne Brutbilder enthielten oft bis zu hundert und mehr der winzigen Käfer. Es kann daher nicht angenommen werden, daß sie den Larven ernstlichen Schaden zufügen. Wenn sie überhaupt räuberisch leben, dann gilt ihre Jagd sicher nur kleinsten Kommensalen.

Paromalus parallelopipedus Herbst. (*Histeridae*), die kleinen kugligen Käfer konnten in Waldmünchen mehrfach in Anzahl beobachtet werden. Zusammen mit ihren Larven leben sie räuberisch in den Gängen von *curvidens* und machen Jagd auf die Larven. Es fielen ihnen jedoch nicht nur die *curvidens*-Larven zum Opfer, sondern auch die ebenfalls räuberischen lebenden Larven von *Rh. depressus* und Chalciidenlarven, die an den *curvidens*-Larven saßen.

Rhizophagus depressus F. (*Nitidulidae*). Mit dem schon genannten *Ph. pusillus* ist diese Art ein „Charaktertier" unter den sekundären Bewohnern von *curvidens*-Brutbildern. Die Imago sowohl wie die Larven leben von der Brut von *curvidens*, die sie zum Teil erheblich dezimieren. Die Käfer schwanken sehr in der Größe. Die kleinsten ♂♂ waren 2,4 mm lang, die größten ♀♀ 3,6 mm.

Laemophloeus alternans Er. (*Cucujidae*) wurde vereinzelt bei *curvidens* in Schorndorf beobachtet. Über die Lebensweise ist wenig bekannt. Ihrem Verhalten nach müßte sie zu den indifferenten Arten gezogen werden. *L. alternans* gilt als große Seltenheit und konnte bisher nur an wenigen Stellen Süddeutschlands festgestellt werden.

Clerus formicarius L. (*Cleridae*). Diese Art, als typischer Räuber bei *typographus* bekannt, ist auch bei *curvidens* nicht selten. Jedoch weniger häufig als bei *typographus*. Dies mag auf seine Größe, die ihm das Vordringen in die Gänge von *curvidens* nur noch schlecht gestattet, zurückzuführen sein. Seine Larven waren nur als Junglarven häufiger in den Gängen zu finden, Altlarven waren Ausnahmen. Die in *curvidens*-Brutbildern gefangenen Stücke waren alle viel kleiner, als die aus Brutbildern von *typographus*. Es könnte eine Hungerform vorliegen.

Anthicus floralis L. (*Anthicidae*) trat mehrfach in den Gängen von *curvidens* bei Schorndorf auf. Die Art ist aus faulendem Holz bekannt und entweder überhaupt harmlos oder als Räuber ganz unbedeutend.

Hymenoptera

Bei *curvidens* wurden eine Chalciide *Pachyceras xylophagorum* Ratz. als Parasit festgestellt. In der Literatur waren bisher zwei Arten

(*Conostignus pusillus* Rtzbg. und *Rhaptrocerus xylophagorum* Rtzbg. (= *Pachyceras xyl.*) nach Escherich (9), der nach Kleine zitiert), bekannt.

Im Anschluß an diesen Abschnitt wird das Ergebnis der Bearbeitung des Parasitenmaterials durch Prof. Dr. Sachtleben im Original gegeben.

Die schmarotzenden Chalcidenlarven, die außen an der Borkenkäferlarve sitzen, scheinen diese stets nur so weit zu schwächen, daß sie gerade noch leben können. Die mit Parasiten besetzten Larven erkennt man schon leicht daran, daß sie hinter den Geschwistern mit der Fraßganglänge zurückbleiben. Später, wenn die anderen Larven sich verpuppen oder sich einbohren, fressen parasitierte Larven geradeaus weiter. Man findet dann übermäßig lange Larvengänge, an deren Ende die Reste der Borkenkäferlarve und die Parasitenpuppe zu finden sind.

Myrmicola ruginoides Nyl. (*Formicidae*). Die Arbeiterinnen dieser Ameise wurden bei Schorndorf dabei beobachtet, wie sie vom Baum herab *curvidens*-Larven anschleppten. Die Ameisen drangen durch die Rindenritzen in die Brutbilder ein und holten eine Larve nach der anderen heraus. Es dürfte sich um eine zufällige Gelegenheit gehandelt haben, daß sie regelmäßig auf Borkenkäfer Jagd machen, erscheint nicht wahrscheinlich.

Rhynchota

Temnostethus gracilis Horv. (*Anthocoridae*). Diese kleine Raubwanze wurde in Schorndorf in den Gängen von *curvidens* gefunden. Sie ist auf die Coccoide *Cryptococcus fagisuga* Ldgr. und verschiedene Psociden spezialisiert. Es erscheint nicht besonders wahrscheinlich, daß sie sich mehr als bei Gelegenheit an Borkenkäferbrut vergreift.

Aneurus avenius Duf. (*Dysodiidae*). Die Art trat in Sulzburg in den Gängen von *curvidens* und *vorontzowi* auf. Über ihre Biologie ist nichts Sicheres bekannt. Sie ist vermutlich Pilzfresser, gegenteilige Beobachtungen wurden nicht gemacht.

Chelonethi

Cheiridium museorum Leach. Diese auffallenden kleinen Pseudoskorpione sind oft in großer Anzahl in den Gängen zu finden. Es scheint aber so, als stellten sie nur den Psociden und Milben nach, während sie die Borkenkäferbrut ungestört lassen. Trifft dies zu, so könnten sie sogar als für die Borkenkäfer nützlich gelten.

Obisium dumicola Koch. Auch bei dieser Art ist anzunehmen, daß sie nur auf Milben usw. Jagd macht. Ihrer Größe nach wäre sie eventuell noch in der Lage Junglarven anzugreifen.

Sehr umfangreich ist die Zahl der kleinsten Mitbewohner in den Borkenkäfergängen. Die meisten dürften dabei harmlose Raumbenützer sein. Unter den Milben sind vielleicht einige parasitisch an die Borkenkäferlarven gebunden, ohne daß diese ernstlich geschädigt werden. Außer Milben bevölkern oft Psociden und Collembolen in großer Zahl die Brutbilder.

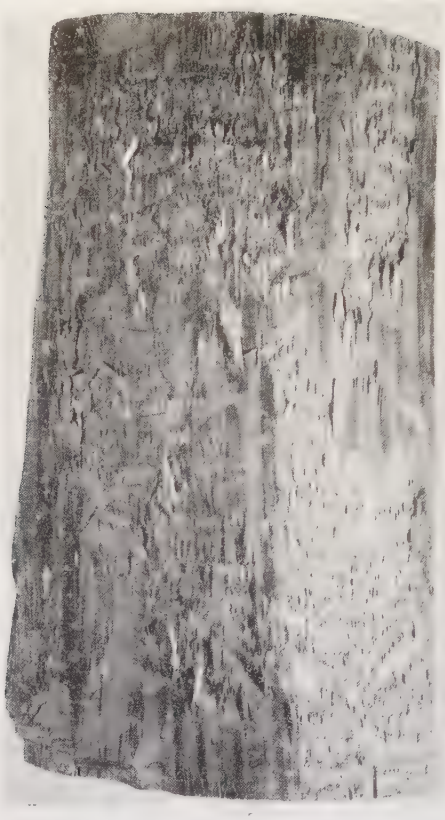

Abb. 12. Spechtarbeit an entrindetem Tannenstamm mit Splintholzbefall von *Pit. curvidens* Germ. (Verkleinert)

Vertebrata

Drysbates major und *medius* (*Aves*). Die beiden Buntspechtarten konnten mehrfach bei der Arbeit an Käferbäumen beobachtet werden. Eine besonders auffällige Beschädigung von Stämmen, in die Larven von *curvidens* eingebohrt waren, ist ebenfalls ihnen zuzuschreiben. Sobald diese Stämme entrindet werden, sieht man oft massenhaft aufgesplitterte Stammstücke, wie sie die Abb. 12 zeigt. Sie wurden von den Spechten auf eingebohrte Larven abgesucht. Diese Bearbeitung erfolgte aber nur, wenn der Stamm entrindet, oder die Rinde an einer Stelle abgefallen war. Solange die Rinde noch am Stamm haftete, konnten die Spechte die Larven im Splint scheinbar nicht finden.

Der Vollständigkeit halber sei zum Schluß noch auf zwei Raumbenützer bei *curvidens* hingewiesen. Die beiden Ipiden *Crypturgus pusillus* Gyll. und *cinereus* Hrbst. wurden häufig an Tanne und Lärche, *pusillus* auch an Douglasie, beobachtet.

Die Übersicht zeigt, daß *curvidens* von einer größeren Anzahl Räuber und Parasiten verfolgt wird. Doch hat keine der Arten eine entscheidende Bedeutung bei der Steuerung einer Gradation. Auch die auf Ipiden spezialisierten Hymenopteren waren im Vorkommen stets nur engbegrenzt, oder selten. Der durch Räuber und Parasiten gebildete Widerstand der Umwelt kann bei *curvidens* kaum „als ins Gewicht fallend" angesehen werden.

c) Parasiten aus Larven der Gattung *Pityokteines*

Die Bestimmung der gezogenen *Pityokteines*-Parasiten durch Prof. Dr. H. SACHTLEBEN hat folgende drei Arten ergeben (Originalbericht):

1. *Pachyceras xylophagorum* Ratz. (*Chalcidoidea, Pteromalidae, Merisinae*).
   4 ♀: Waldmünchen, August 1948. Bei *P. curvidens*.
   5 ♀: Schorndorf, Juli 1948. Bei *P. curvidens*.

1 ♀: Schorndorf, August 1948. Bei *P. spinidens.*
17 ♂: Waldmünchen, August 1948. Bei *P. curvidens.*
1 ♂: Waldmünchen, August 1948. Bei *P. vorontzowi.*
1 ♂: Schorndorf, August 1948. Bei *P. spinidens.*

Pityokteines curvidens Germ. ist bereits als Wirt von *Pachyceras xylophagorum* Ratz. bekannt, nicht aber, soweit ich feststellen kann, *P. spinidens* Reitt. und *P. vorontzowi* Jakobs. *Pachyceras xylophagorum* Ratz. ist ein häufiger Ipiden-Parasit, z. B. *Ips. typographus* L. und zahlreichen anderen Arten, die bei KLEINE (Die europäischen Borkenkäfer und die bei ihnen lebenden Räuber, Parasiten und Commensalen, Ent. Bl. **40**, 83, 1944) zusammengestellt sind.

Die Art findet sich in der Literatur meist unter dem Gattungsnamen *Roptrocerus* als *Roptrocerus xylophagorum* Ratz. 1844 wurde von RATZEBURG die Gattung *Pachyceras* (und in ihr die Art *xylophagorum*) beschrieben (Ichneum. Forstins. 1, 217). 1848 (Ichneum. Forstins. 2, 209) änderte RATZEBURG den Gattungsnamen *Pachyceras* in *Roptrocerus,* da er annahm, daß der Name *Pachyceras* bereits an eine Rüsselkäfergattung vergeben sei. Dies war jedoch ein Irrtum: Der Name der Rüsselkäfergattung ist *Pachycerus,* präokkupiert daher nicht *Pachyceras.* Die Art muß mithin *Pachyceras xylophagorum* Ratz. heißen.

2. Pteromalus capitatus Först. (*Chalcidoidea, Pteromalinae*).
2 ♀, 1 ♂: Regensburg, Juni 1948. Bei *P. spinidens.*

Ich halte diese drei von Ihnen gezogenen Exemplare für die von RATZEBURG (Ichneum. Forstins. **2**, 196 und Taf. III, Fig. 7, 1848) *Pteromalus capitatus* Först. genannte Art, die er nach einem ♂ beschrieben und abgebildet hat, das von NÖRDLINGER in Hohenheim „aus einem Fichtentrum, in welchem vorzugsweise *Hyles. poligraphus, Bostr. pitiographus* und ein einziges Stück von *Bostr. Abietis* gesessen hatten", gezogen wurde. Sehr ähnlich sind auch die von ASHMEAD (Description of New Parasitio *Hymenoptera,* Trans. Amer. Ent. Soc. **21**, 337—338, 1894) aus MORGENTOWN, W. Va., USA., als *Cecidostiba dendroctoni* (Wirte: „*Dendroctonus frontalis* living in pine, and *Polygraphus rufipennis* in spruce") beschriebenen Arten.

Die Unterbringung von *capitatus* Först. in der Gattung *Pteromalus* Swed., die zu RATZEBURGS und FÖRSTERS Zeit ein Sammelplatz für zahlreiche Arten war, die heute in verschiedenen Gattungen untergebracht werden, dürfte nicht aufrechterhalten werden können; die Frage, in welche Gattung *capitatus* Först. heute zu stellen ist, kann aber im Rahmen dieser Bestimmung nicht gelöst werden und bedarf eingehenderer Untersuchung; die Gattung *Cecidostiba* Thoma., zu der ASHMEAD seine beiden oben genannten Arten stellt, deren übrige von THOMSON (1878) beschriebene Arten aber aus Eichengallen gezogen wurden, scheint mir auch nicht recht in Frage zu kommen.

Als Wirte von *Pteromalus capitatus* Först. werden von KLEINE (l. c. p. 82) angegeben: „*Cryphalus abietis* Ratz., *C. saltuarius* Weise,

Pityophtorus micrographus L., *P. pubescens* Marsh., *Polygraphus poligraphus* L., *Eccoptogaster Ratzeburgi* Jans., *E. scolytus* Fabr."

3. *Ecphylus hylesini* Ratz. (*Ichneumonoiden Braconidae, Hecabolinae*). 2 ♀ Regensburg, Juni 1948. Bei *P. spinidens*.

Ecphyllus hylesini (Ratz.) ist als Parasit einer großen Zahl von Ipiden bekannt (Zusammenstellung bei KLEINE, l. c., p. 79; Telenga 1941, gibt außerdem noch *Pityogenes chalcographus* L. und *Phthorophloeus spinulosus* Rey als Wirte an), offenbar bisher jedoch noch nicht von *Pityokteines spindens* Reitt.

D. Bionomie und Phänologie der Verwandten (*P. vorontzowi* Jakobs. und *spinidens* Reitt.)

Die beiden kleineren Arten der Gattung *Pityokteines* Fuchs sind viel weniger bekannt und noch weniger biologisch untersucht worden als *curvidens*. Dies mag an der späten Erkennung der artlichen Unterschiede liegen, doch mehr wohl an ihrer unauffälligen Lebensweise. Selten werden von einer Art allein Bäume befallen, fast stets sind sie, scheinbar wenigstens, Begleiter von *curvidens*. Sicher werden sie nicht selten überhaupt übersehen. Es wird noch gezeigt werden, welch schwerwiegende Folgen dies haben kann.

Die Abweichungen in der Biologie der drei Arten untereinander sind recht erheblich. Nach dem Brutbild wäre eine enge Zusammengehörigkeit kaum zu erwarten. Doch erkennt man bei näherer Betrachtung wohl, daß die bestehenden Unterschiede meist durch die Verschiedenartigkeit der Lebensräume, denen die Arten speziell angepaßt sind, verursachen wird. Eine gemeinsame Grundform läßt sich erkennen. Ähnlich ist es bei den meisten Erscheinungen ihrer Biologie.

1. Bruthölzer

In Mitteleuropa ist die Hauptfutterpflanze von *vorontzowi* und *spinidens* ebenfalls *Abies alba* (*pectinata*). Während diese für *vorontzowi* wohl im ganzen Verbreitungsgebiet die Futterpflanze ist und höchstens im Südosten durch eine verwandte Art ersetzt wird, kommt *spinidens* im Osten vor allem auf *Picea orientalis* vor. Möglicherweise ist dies dort überhaupt seine wichtigste Futterpflanze. Dafür spricht, daß SCHIMITSCHEK (31) ihn als den zweitwichtigsten Borkenkäfer an *Picea orientalis* bezeichnet, der meist zwar mit *Ips sexdentatus* vergesellschaftet auftritt, jedoch auch alleine die orientalische Fichte befallen kann.

Es sind für beide Arten bereits eine ganze Reihe von Koniferen bekanntgeworden, an denen sie gebrütet haben. Wenn diese Reihe noch nicht den Umfang der für *curvidens* bekanntgewordenen Zahl von Bruthölzern erreicht, so ist dies sicher nur auf die geringere Beachtung, die die beiden Arten bisher fanden, zurückzuführen. Ich halte es für wahrscheinlich, daß sie an allen Koniferen, die von *curvidens* befallen wurden, ebenfalls brüten können. Im einzelnen sind bisher bekannt:

Für *spinidens:*

Abies alba Mill., *bornmülleriana* Mattf., *nordmanniana* Spach.
Larix decidus Mill.
Picea orientalis Link.
Pinus silvestris L.

Für *vorontzowi:*

Abies alba Mill., *bornmülleriana* Mattf.
Pseudotsuga taxifolia Britt.
Larix decidua Mill.

Spinidens tritt bei uns am nördlichen Alpenrand und in den künstlichen Anbaugebieten der Lärche recht häufig auf. Er machte sich auch als Zerstörer von Kulturen und in Pflanzgärten bemerkbar. So fand ich ihn auf 6—8jährigen Lärchen an einigen Stellen in großer Anzahl. Dazu Abb. 16. Da er auch gesündere Bäume als *curvidens* befällt, was unten noch gezeigt werden wird, kann er unter Umständen auf diese Weise von besonderer Schädlichkeit sein.

Das Vorkommen an Douglasie wurde von mir in Sulzburg für *vorontzowi* festgestellt. *Spinidens* wurde nicht gefunden, obwohl er in der Nähe vorkam. Da er dort aber selten war, besteht die Möglichkeit, daß er übersehen wurde.

2. Generationsverhältnisse

Die Generationsverhältnisse sind bei beiden Arten noch wenig geklärt. Schimitschek (31) gibt für *spinidens* unter den türkischen Verhältnissen zwei und eventuell noch eine schwache dritte Generation an. Dies deckte sich mit den Beobachtungen über die Entwicklungszeiten, die ich in Süddeutschland machte. Gleichzeitig erwähnt Schimitschek auch die lang ausgedehnte Schwarmzeit, die er mit mikroklimatischen Einflüssen erklärt. Über diese Frage abschließende Angaben zu machen, dürfte verfrüht sein, doch halte ich die anerkannten mikroklimatischen Einflüsse nicht für die einzige Ursache. Ich konnte im Raum Schorndorf ebenfalls diese lang ausgedehnte Schwarmzeit beobachten. Das gleiche fand ich bei *vorontzowi* im Bayrischen Wald, bei Waldmünchen.

Wesentliche Bedeutung messe ich dem Brutmaterial bei. So beobachtete ich an einem Gipfelstück, das bei der ersten Untersuchung frisch eingebohrte Käfer zeigte, im Laufe der Zeit zunehmende Verzögerung der Entwicklung bei *spinidens*-Larven in den Ästen gegenüber denen im Stamm. Zum Teil mag dafür die schnellere Austrocknung der Äste verantwortlich sein, die eine bedeutsame Verzögerung der Entwicklung verursachen kann, wie bereits erwähnt wurde. Die außerordentliche Differenz in den schließlich benötigten Entwicklungszeiten halte ich aber damit auch nicht für genügend erklärt, sondern vermute weitgehende Beeinflussung durch die verschiedenen physiologischen Verhältnisse im Baum.

Abb. 13. Brutfraß von *Pit. vorontzowi* Jakobs an Tanne. ($^1/_2$ nat. Gr.)

SCHIMITSCHEK (l. c.) spricht auch von eventuellen Geschwisterbruten bei *spinidens*. Ich habe derartige Bruten beobachten können, allerdings trifft der Begriff Geschwisterbrut hier nicht ganz genau zu. Es wird nämlich zwischen diesen Bruten kein Generationsfraß ausgeführt. Vielmehr scheint es sich um Käfer zu handeln, die in dünneren Ästen gebrütet haben und deren Eivorrat bei Erreichung der im Brutmaterial größtmöglichen Mutterganglänge noch nicht erschöpft war. Deshalb legten sie sofort neue Brutbilder an.

Im Forstamt Sulzburg, im Schwarzwald, gelang es mir auch einen den Regenerations-Totfraß von *curvidens* ähnlichen Fraß bei *spinidens* zu beobachten (Abb. 15). SCHIMISCHEK (l. c.) erwähnt ihn ebenfalls. In der Form erinnert das Fraßbild manchmal an das von *M. piniperda*, nur ist es natürlich viel kleiner. In der Regel ist der Fraß ganz ungleichmäßig längs der Faserrichtung angelegt. Der Fraß trat vereinzelt an älteren Tannen bis zum Fuß herab auf. Er enthielt in jedem Fall zahlreiche Mumien von Altkäfern, selten auch ein paar Larvengänge.

Bei *spinidens* scheint somit die Generationenfolge der *curvidens* ähnlich zu sein. In den dünneren Ästen dürfte die Eiablage noch mehr in die Länge gezogen werden. Dies bewirkt wiederum eine größere Verlängerung der Schwarmzeiten und führt dazu, daß eigentlich fast immer Käfer schwärmen. Um die „normalen" Flugdaten nimmt die Intensität dann etwas zu.

Ebenso halte ich bei *vorontzowi* die Generationenfolge für ähnlich der von *curvidens*. Vielleicht dauert die Entwicklung einer Generation durchschnittlich etwas länger, doch ist es sicher, daß auch er im Jahr zwei Generationen zur Entwicklung bringen kann. Von *vorontzowi*

Abb. 15. Regenerations-Totfraß von *Pit. spinidens* Reitt. an Junglärchen. (Etwa nat. Gr.)

befallene Äste, die unter denselben Bedingungen wie gleichzeitig laufende *curvidens*-Zuchten gehalten wurden, zeigten nur geringfügige Unterschiede in der Länge der Entwicklungszeit. Die Jungkäfer verließen nur wenige Tage später als die von *curvidens* die Brutstätten. In Waldmünchen konnten Anfang August viele Jungkäfer beim Einbohren beobachtet werden. Die von ihnen angelegten Brutbilder enthielten Mitte Oktober bereits Puppen.

3. Bilder des Fraßes

Die Brutbilder von *spinidens* und *vorontzowi* sind beides Sterngänge mit verschiedener Anzahl von Brutarmen. Von *curvidens* sind sie auf den ersten Blick zu unterscheiden, untereinander ist es etwas schwerer.

Spinidens zeigt einen unregelmäßigen Stern, bei dichtem Befall oft unentwirrbares Knäuel von Muttergängen. Das Brutbild zeichnet sich durch geringe Breite und Tiefe der auf dem Splint hinterlassenen Spuren aus. Die Rammelkammer wird auf dem Splint genagt und ist bei vorsichtiger Ablösung der Rinde dort gerade noch zu erkennen.

Viele Mutterarme, die in Form eines Strahlenbündels von einer Astgabel ausgehen, sind typisch für Brutbilder von *spinidens* (Abb. 14, 16).

Abb. 14. Brutfraß von *Pit. spinidens* Reitt. an Tanne (links) und Lärche (rechts). (1/2 nat. Gr.)

Abb. 16. Brutfraß von *Pit. spinidens* Reitt. an Junglärchen. (Etwa nat. Gr.)

Vorontzowi bildet ebenfalls ungleicharmige Brutbilder. Doch ist der Verlauf der Brutarme viel regelmäßiger als bei *spinidens*. Die Fraßbilder zeigen in der überwiegenden Mehrzahl fünf Arme. Diese laufen, nach kurzem Ausstrahlen in die verschiedensten Richtungen, genau waagerecht zum Stamm, was sehr bezeichnende Brutbilder ergibt. (Abb. 13). Dazu hat *vorontzowi* stets tief in den Splint eingenagte Rammelkammern, von denen außer den Muttergängen manchmal noch ganz kurze Arme ausgehen, die vom Männchen ausgenagt werden. Das Männchen scheint die Rammelkammer laufend zu erweitern. Diese Erscheinung könnte als Ernährungsfraß gedeutet werden.

Die oft erwähnte auffallende Breite der Muttergänge von *vorontzowi* im Verhältnis zu seiner Größe wird vor allem durch die tief in den Splint eingenagten Gänge vorgetäuscht. Dazu kommt die weite Stellung der Eigruben. Tatsächlich erreicht die wirkliche Breite der Gänge kaum die von *spindens*. Meist sind sie auch kürzer als die Gänge des letzteren. Dies mag auch den Eindruck der größeren Breite erhöhen.

In der Anlage der Puppenwiegen unterscheiden sich die beiden Arten wesentlich von *curvidens*. Während *spinidens* selten und nur in dünneren Ästen zahlreicher, die Puppenwiegen ins Holz einbohrt, die ganz vereinzelt beobachtet werden konnte. Die Puppenwiegen sind nur seichte Vertiefungen der Larvengänge im Splint.

Reifungsfraß wird von beiden Arten genauso wie bei *curvidens* nach Verlassen der Puppenwiegen in der Rinde des Brutbaumes ausgeführt.

Ein Regenerationsfraß konnte bei *vorontzowi* nicht beobachtet werden, ohne daß sein Vorkommen ausgeschlossen erscheint. Von *spinidens* wurde er bereits beschrieben und in Abb. 15 abgebildet.

Überwinterungsfraß wird von beiden Arten verübt, und zwar, vorwiegend in den Gipfeln und dickeren Ästen. Er ist nicht leicht vom *curvidens*-Fraß zu unterscheiden. Bei einiger Übung ist die Trennung jedoch stets sicher möglich, da er deutlich kleiner ist. Von *Cr. picae* kann man ihn gut unterscheiden, da er keine krebsigen Verbildungen in der Rinde hervorruft. Die Gefährlichkeit des Überwinterungsfraßes entspricht etwa der vom Überwinterungsfraß bei *curvidens*. Im Forstamt Sulzburg, wo *Cr. picae* in solchen Massen auftrat, daß durch den Überwinterungsfraß von ihm die Zweige der Tannen zur Hälfte rot waren, schien stets nur *Cryphalus picae* der Übeltäter zu sein. Dort wo nur *vorontzowi* gefressen hatte, lebten die Zweige noch.

4. Natürliche Widerstände

a) Abiotische Faktoren

Auf Grund der Untersuchungen kann angenommen werden, daß die Proportionen der einzelnen Umweltseinflüsse bei *spinidens* und *vorontzowi* denen bei *curvidens* ähnlich sind. Da aber bereits geringe Verschiebungen der einzelnen Werte entscheidende Veränderungen in der Gesamtwirkung hervorrufen können, muß man mit Rückschlüssen vorsichtig sein.

Bei *spinidens* wurde die erträgliche Grenze der Austrocknung des Holzes und der Rinde speziell untersucht. Da *spinidens* öfters in trocknenden Ästen angetroffen werden konnte, war es von Interesse, die Grenze der vertragenen Austrocknung zu kennen, um so teilweise Auskunft über die vermutete größere ökologische Valenz zu erhalten. Das Verfahren der Untersuchung war das gleiche, wie bei *curvidens* beschrieben. Die Ergebnisse zeigten nicht mit Sicherheit eine größere Resistenz gegen Austrocknung. Eine Entscheidung, ob *spinidens* als euhygre Art wie *curvidens* anzusprechen wäre, kann nicht gefällt werden. Die Ergebnisse der Untersuchung sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Als sicher kann aber angenommen werden, daß *spinidens*-Larven alle Trockenheitsgrade, die im Freien in Frage kommen, aushalten. Ob auch alle mögliche Höchsttemperaturen, die durch Besonnung eintreten können, ertragen werden, bleibt fraglich.

Vorontzowi wurde nicht speziell untersucht, doch erweckte das allgemeine Bild den Eindruck, als sei dieser empfindlicher gegen Austrocknung als *curvidens* und *spinidens*.

b) Biotische Faktoren

Bei *spinidens* und *vorontzowi* stehen wie bei allen sekundären Borkenkäfern die Einflüsse des Brutbaumes an der Spitze der biotischen Faktoren. Wie bei *curvidens* sei auf die später folgenden Untersuchungen dazu verwiesen. Da Pilzerkrankungen und Seuchen nicht gefunden wurden, seien hier nur die beobachteten Räuber und Parasiten mitgeteilt. Für sie gilt das gleiche, was bei *curvidens* über die engere Biozönose gesagt wurde. Aus der Literatur sind bisher noch keine derartigen Arten bekannt. Die bei *curvidens* nicht gefundenen Arten sind durch * vor dem Namen gekennzeichnet. Die Räuber sind meist die gleichen wie bei *curvidens*, soweit sie bei diesem nicht beobachtet wurden, sind sie von anderen Arten die in Ästen leben, bereits bekannt. Unter den parasitischen Hymenopteren waren bei *spinidens* noch zwei andere Arten, als bei *curvidens*.

Bei *spinidens* wurden beobachtet:

Coleoptera.

Metoponcus brevicornis Er. (*Staphylinidae*). Verhalten wie bei *curvidens* beschrieben. Forstamt Schorndorf.

Nudobius lentus Grav. (*Staphylinidae*). Die Art trat bei *spinidens* nur sehr selten auf, vermutlich war ihr ihre Größe hinderlich.

Phloeonomus pusillus Grav. (*Staphylinidae*). Die Art war bei *spinidens* fast noch häufiger als bei *curvidens*.

Rhizophagus depressus F. (*Rhizophagidae*). Verhalten wie bei *curvidens* beschrieben.

Clerus formicarius L. (*Cleridae*). Die Larven wurden vereinzelt in den Brutbildern gefunden. Aber stets nur jüngere, ältere Larven und Käfer konnten nicht beobachtet werden.

* *Hypophloeus linearis* F. (*Tenebrionidae*). Die Art ist typisch für in Ästen angelegte Brutbilder und von dort bereits für eine ganze Reihe von Arten bekanntgeworden. Die Tiere sind nicht besonders häufig und auch stets lokal in ihrem Auftreten. Von mir wurden sie bei Regensburg und in Sulzburg bei Baden beobachtet.

Hymenoptera (siehe Bericht von H. SACHTLEBEN).

Pachyceras xylophagorum Ratz.

Pteromalus capitatus Först.

Ecphylus hylesini Ratz.

Obisium dumicola Koch (*Chelonethi*) wurde in Schorndorf auch bei *spinidens* beobachtet.

Die Kleinstfauna in den Gängen war ebenso zahlreich wie bei *curvidens*. Die Psociden hatten meist anteilmäßig die größte Individuenzahl.

Bei *vorontzowi* konnten beobachtet werden:

Coleoptera.

Phloeopora corticalis Grav. (*Staphylinidae*). Die Art kam zusammen mit *pusillus*, aber seltener wie diese, in den Gängen vor.

Homalota plana Gyll. verhielt sich wie die vorhergehende Art.

Placusa atrata Sahlb. trat in Sulzburg vereinzelt auch bei *vorontzowi* auf.

Phloeonomus pusillus Grav. verhielt sich wie bei *spinidens* und *curvidens* beschrieben.

* *Plegaderus vulneratus* Panz. (*Histeridas*) wurde in Sulzburg in den Brutbildern von *vorontzowi* beobachtet. In der Literatur (z. B. REITTER [28]) wird sie als typischer Räuber der *Crypturgus*-Brut bezeichnet. Da aber in den Fraßbildern zum Teil keine *Crypturgus*-Arten beobachtet werden konnten, halte ich es für wahrscheinlich, daß sie auch die Larven von *vorontzowi* angreift.

Rhizophagus depressus F. (*Rhizophagidae*) war so häufig wie bei den beiden anderen Arten zu finden.

Clerus formicarius L. (*Cleridas*). Auch hier nur vereinzelte Junglarven in den Brutbildern. Altlarven und Käfer wurden nicht beobachtet.

* *Hypophloeus linearis* F. (*Tenebrionidae*). In Sulzburg vereinzelt bei *vorontzowi*.

Hymenoptera.

Pachyceras xylophagorum Ratz. (siehe Bericht von H. SACHTLEBEN).

Cheiridium museorum Leach (*Chelonethi*). In Sulzburg waren die Gänge oft mit zahlreichen Tieren besetzt, die dort offensichtlich den Psociden nachstellten.

Unter der Kleinstfauna waren wieder die Psociden am häufigsten. Nur in einigen besonders feuchten Brutbildern überwogen die Milben.

Die beiden Raumbenützer *Crypturgus pusillus* Gyll. und *cinereus* Hrbst. (*Ipidae*) waren auch bei *spinidens* und *vorontzowi* zahlreich zu

finden. Besonders *pusillus* war oft massenhaft vorhanden. Beide Arten konnten auch an Lärche bei *spinidens*, und *pusillus* an Douglasie bei *vorontzowi* beobachtet werden.

Für *spinidens* und *vorontzowi* gilt das gleiche, das bei *curvidens* über die Bedeutung der Räuber und Parasiten gesagt wurde. Sie haben für die Entstehung oder Niederhaltung einer Massenvermehrung kaum eine Bedeutung.

E. Untersuchungen zur Massenvermehrung von *Pityokteines curvidens* Germ.

1. Fragestellung

Bei der Darstellung der Bionomie von *curvidens* sahen wir bereits verschiedene Punkte, die mit reiner Beobachtung allein nicht festzulegen waren. Sie konnten erst durch spezielle Versuche geklärt werden. Zahlreicher noch sind diese Fälle bei der Phänologie. Bei dem Versuch, die Ursachen der Gradation zu finden, wird der experimentelle Weg fast immer zur Notwendigkeit, da Gradationen stets komplexe Erscheinungen sind, deren Einzelursachen festzustellen, nur durch isolierte Bestimmung eines oder mehrerer Faktoren möglich ist. Die erste Frage muß daher lauten, welche Faktoren können am leichtesten sicher bestimmt werden und in welchem Umfang können wir ihre Veränderungen beobachten. Unter diesen Faktoren gilt die Suche dem, der für die Auslösung der Gradation die größte Bedeutung hat. Es braucht dies aber noch keineswegs der Wichtigste von allen zu sein.

Bei den Ipiden, die mehr oder weniger sekundär auftreten, wird der Anfall an brauchbarem Brutmaterial als das auslösende Moment einer Gradation angesehen. Diese Auffassung erwies sich bei jeder neu auftretenden Massenvermehrung als richtig. Meist war eine Sturmkatastrophe, besondere Trockenheit oder ähnliches vorausgegangen, dessen auslösende Wirkung nicht in Zweifel gezogen werden konnte. Beobachtet wurden aber leider immer nur Fälle, in denen nachträglich Kalamitäten auftraten, dagegen fanden andere Trockenheitsperioden oder sonstige klimatische Vorgänge, die keine Massenvermehrungen zur Folge hatten, auch keine besondere Beachtung. Irgendwo mußte aber eine Grenze für den notwendigen Grad der Schädigung des Brutbaumes, hier also z. B. der Tanne, vorhanden und damit auch auffindbar sein. Die Bestimmung dieser Grenze dürfte eine Prognose für eine eventuelle Gradation möglich machen.

Bei Kenntnis der jeweiligen im Minimalfall nötigen Schwächung ließe sich eine Reihe der Befallswahrscheinlichkeit für die einzelnen Borkenkäferarten in einer Biozönose aufstellen. Dabei würde die in ihrem Verhalten am weitesten primäre Art eine dem Zustand des gesunden Baumes nahestehende Disposition benötigen, die entgegengesetzte Art eine am meisten dem toten Baum angenäherte Disposition.

Das Problem der Ursachen einer Massenvermehrung bei Ipiden und damit auch der Prognose, liegt in der Klärung der Disposition des Brutbaumes für den Angriff der einzelnen Arten.

Bisher war der Zusammenhang zwischen Einwirkung des Klimas auf die Wirtspflanze und Entstehung einer für Borkenkäfer günstigen Brutdisposition noch nicht im einzelnen bekannt.

Doch selbst wenn dies gelingt, kann man über die wirkliche Gefährlichkeit einer Art als Schädling noch keine bindende Aussage machen. Die Festlegung an der einen oder anderen Stelle in der Befallsreihenfolge ermöglicht nur Rückschlüsse auf die Gefährlichkeit unter optimalen Bedingungen und bis zur Grenze ihrer überhaupt möglichen Schädlichkeit. Erst wenn die optimalen Bedingungen in einem weiten Gebiet, in dem die Futterpflanze vorkommt, verwirklicht sind, wird man mit einem Auftreten im Großen rechnen müssen, und kann bei Arten, die ihre Futterpflanze schwer schädigen, Kalamitäten erwarten, falls die Ausgangspopulation groß genug ist.

An den Unterschieden zwischen *curvidens, vorontzowi* und *spinidens* werden diese Gesichtspunkte deutlich werden.

Von erheblicher Bedeutung ist das Vermehrungspotential. Je größer dies ist, um so rascher wird es einer Art gelingen, zu einer Massenvermehrung zu gelangen, desto eher kann sie alle gebotenen Brutmöglichkeiten ausnützen und diese eventuell von sich aus erweitern.

Die Fragestellung zur Bestimmung der Voraussetzungen einer *curvidens*-Massenvermehrung lautet also in unserem Fall:

1. Welche Veränderungen an der Tanne müssen vorausgegangen sein, um einen Befall durch *curvidens* zu ermöglichen.
2. Was ist die „kritische Schwächung" des Baumes oder eines seiner Teile, bei der die Käfer erstmalig angreifen.
3. Welche Ursachen führen die kritische Schwächung eines Baumes, oder seiner Teile, herbei.
4. Wieweit kann der Käfer selber einen Baum bruttauglich machen, beziehungsweise wieviel vom Stamm muß für die Käfer bruttauglich sein, damit er sich im Baum behaupten kann.
5. Was ist die theoretisch maximale Grenze des Vermehrungskoeffizienten und bis zu welchem Prozentsatz kann er praktisch verwirklicht werden.
6. In welcher Zeit gelingt es dem Käfer, seine Population um den größtmöglichen Wert zu erhöhen und welches ist die kürzeste Zeit, in der eine Erhöhung bis zur, für den Ausbruch einer Kalamität nötigen, Grenze möglich ist.

Hat man diese Fragen beantwortet, so bleibt die für den Beobachter im Freien nächstliegende Frage noch offen: Wie findet der Käfer die für ihn bruttauglichen Stellen und Stämme. Es soll zum Schluß versucht werden, auf theoretischem Wege diesem Problem näherzukommen. Eine endgültige Beantwortung müßte mit Hilfe von sinnesphysiologischen Untersuchungen möglich sein.

2. Die Massenvermehrung in ihrer Abhängigkeit von physiologischen Veränderungen an der Wirtspflanze

a) Zur Methode und Versuchstechnik

Untersuchungen über die Disposition der Tanne waren bisher noch nicht durchgeführt worden. Die einzigen systematischen Versuche, zumindestens in Europa, um die Disposition des Brutbaumes für Borkenkäferangriffe experimentell zu ermitteln, wurden durch v. TUBEUF (37) an Fichte vorgenommen. Über den Wert dieser Versuche habe ich mich oben schon geäußert. Sie waren in der Methodik jedenfalls nicht gut. Das Verdienst v. TUBEUFS bleibt es, erstmalig die Zusammenhänge zwischen Disposition und Schädlingsbefall erkannt zu haben. Ebenso vermutete er bereits, daß nicht der Gesamtzustand der Pflanze, sondern der Zustand bestimmter Teile, für Borkenkäfer ist es die Rinde, ausschlaggebend sei.

Ausgegangen war v. TUBEUF davon, daß der osmotische Wert des Zellsaftes ursächlich mit dem Gesundheitszustand des betreffenden Gewebes im Zusammenhang steht. Alle Schwankungen im Gesundheitszustand der Pflanze müssen einen Niederschlag in der Veränderung der osmotischen Werte finden. Da aber eine bestimmte Schwächung des Baumes die Voraussetzung sein sollte, müßte eine meßbare Relation zwischen Käferangriff und osmotischem Wert der Rindenzellen zu finden sein.

Bevor mir die Arbeit von v. TUBEUF bekannt wurde, war ich auf einem anderen Weg, oder Umweg, zu den gleichen theoretischen Voraussetzungen gekommen. Ich hatte zunächst versucht, eine Abhängigkeit zwischen Gesundheitszustand der Pflanze und Harzbildungsfähigkeit zu finden und zu messen, da Harzbildung allgemein als die „Möglichkeit des Baumes sich der Käfer zu erwehren" hingestellt wurde. Traf dies zu, mußte die Fähigkeit des Baumes zur Harzbildung bis an eine bestimmte Grenze hin nachlassen, unterhalb derer die Käfer dann erfolgreich angriffen. Nähere Versuche ergaben jedoch, daß die Harzproduktion unmöglich vergleichbar gemessen werden kann, wenn man ihre Messung als Reihenuntersuchung durchführen will. Einzelmessungen brachten dann das Ergebnis, daß die Vorstellung von der Gegenwehr des Baumes unwahrscheinlich ist.

Extrahiert man den Harzgehalt eines Rindenstückes von einem gesunden Baum, so ist kein merklicher Unterschied gegen den Harzgehalt eines Rindenstückes von einem gerade befallenen Stamm zu finden. Die primäre Harzmenge, die den primären [1]) Harzfluß zur Folge haben kann,

---

[1]) Unter primärem Harzfluß bei Koniferen versteht man das sofort nach einer Verletzung ausfließende Harz, das den Harzkanälen in Holz und Rinde (bei Tanne nur in der Rinde) entstammt. Diesem folgt der sekundäre Harzfluß, der durch die Bildung von Wundkork ermöglicht wird. Dieses Gewebe scheidet dann, zusammen mit besonderen in der Umgebung der Verletzung entstehenden Harzkanälen größere Quantitäten Harz ab, bis eine Vernarbung eintritt. Der sekundäre Harzfluß setzt nach FABER (10) und eigenen Versuchen, bei Tanne etwa 14 bis 16 Tage nach der Verletzung ein. Bei Tanne ist auch dieser nicht besonders stark.

ist bei beiden etwa gleich groß. Es hängt nur vom Gesundheitszustand der Rinde ab, ob Harz fließt oder nicht. Der Käfer greift folglich gar nicht an, wenn der Baum sich „wehren" könnte. Dies dürfte allgemein, auch für *typographus* z. B. gelten, an dem die meisten Beobachtungen anderer gemacht wurden. Daß man manchmal Käfer im austretenden Harz erstickt findet, oder kleine Harztrichter an Fichte auf einen sogenannten „abgeschlagenen" Angriff von *typographus* hinweisen, ist kein gültiger Gegenbeweis für die aufgestellte Behauptung. Dies ist entweder, im ersteren Fall, die Folge von geringen Verirrungen beim Anflug der Käfer auf die bruttauglichen Stellen am Stamm, oder, im letzteren Fall, als Folge von Übervermehrung im Nahrungsmangel begründet. Dabei werden die relativ günstigen Stämme angenommen, auch wenn sie eigentlich noch nicht bruttauglich sind. Hier entscheidet dann bei *typographus* (der ziemlich primär zu sein scheint, im Vergleich mit *curvidens*) tatsächlich die Masse der angreifenden Käfer, wenn die Disposition des Stammes schon nahe an der Bruttauglichkeit liegt. Bei völlig gesunden Bäumen dürfte dies auch unmöglich sein.

Da für ein derartiges „Primärwerden" eine Kombination von Extremen nötig wäre, kann dieser Weg jedoch nicht als der normale Befall angesehen werden.

Die Erkenntnis, daß das Harz nicht der entscheidende Faktor ist, konnte an Fichte nur schwer gewonnen werden, da diese Harz in so reichlicher Menge führt, daß jeder Beobachter immer wieder verleitet wird, direkte Zusammenhänge zu suchen. Ganz anders bei der harzarmen Tanne und dem in seinem Auftreten mehr sekundären *curvidens*. Die Wahrscheinlichkeit, daß ein an Tanne einbohrender Borkenkäfer durch Harz wieder vertrieben wird, ist gering. Primärer Harzfluß ist im Holz überhaupt nicht, in der Rinde nur im verschwindenden Maße möglich. Bis der sekundäre Harzfluß einsetzen kann, ist das Brutbild schon 3 bis 4 cm groß. Es müßten also, wenn die Käfer wahllos dort angreifen, wo kein Harz entgegenquillt, an b r u t u n t a u g l i c h e n Bäumen, verharzte Brutbilder in der genannten Größe massenhaft zu finden sein. Ja, an Tanne wäre es das normale Bild, da aus Beobachtungen bereits bekannt ist, daß Kalamitäten von *curvidens* nur nach stärkerer Schwächung der Wälder möglich sind. Da man aber derartig verharzte Brutbilder nur in den seltensten Fällen und unter besonderen Voraussetzungen vereinzelt finden kann, ist es ausgeschlossen, daß der Harzfluß eine direkte Bedeutung für Befall oder Nichtbefall hat. Dagegen wäre eine konvergente Abhängigkeit von dem gleichen für den Befall entscheidenden Faktor möglich und wird von mir auch als wahrscheinlich angesehen [1]).

[1]) Nach Fertigstellung des Manuskriptes erhielt ich Kenntnis von: SCHWERDTFEGER, F., Die Ursachen von Borkenkäferepidemien in Fichtenwäldern. Zeitschrift für Weltforstwirtschaft Bd. **XII**, Heft 4—6, 1948. — Die Auffassung SCHWERDTFEGERS, daß mit „an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit" die Harzungsfähigkeit als Schutz gegen Borkenkäfer angesehen werden kann, wird von ihm selber widerlegt, da er gleichzeitig Lockwirkung bruttauglicher Bäume

Scheidet die Wirkung von Harz aus, so bleiben nur Veränderungen im Zustand der Rindenzellen übrig. Es erschien von vornherein aussichtslos, hier einen Faktor herauszufinden, der mit seiner Abänderung die Ursache für die Bruttauglichkeit des Baumes werden kann. So wurde der Versuch gar nicht erst unternommen, sondern gleich, unter Verzicht auf die Möglichkeit sofort die direkte Ursache zu finden, ein Faktor gesucht, dessen Veränderungen gut meßbar sind und dessen Vorhandensein in allen Bereichen des Gesundheitszustandes der Pflanze, vom optimalen Zustand bis zu den tödlichen Grenzen, gesichert erschien.

Unter diesem Gesichtspunkt kam nur der osmotische Wert des Zellsaftes in Frage. Der Turgordruck erreicht bei der Grenzplasmolyse seinen kleinsten Wert, nämlich = o, und fiel damit aus, da Grenzplasmolyse nicht irreversibel ist und keine tödliche Schwächung darzustellen braucht. Somit war aber der unbedingt nötige Bereich nicht in allen Teilen meßbar zu bestimmen. Die Saugkraft der Zelle fiel, nach genauer Betrachtung, ebenfalls aus, da sie nicht direkt meßbar ist, beziehungsweise die bekannten Methoden nicht eine genaue Durchführung der Messung ermöglichen.

Die Entscheidung, ob es sinnvoll ist, die Bestimmung des osmotischen Wertes zur Messung der Disposition heranzuziehen, hing von den Veränderungen in der Pflanze ab, deren Relation der osmotische Wert ist.

Dieser kann zur Festlegung der Veränderungen in der Hydratur der Pflanze verwendet werden. Da die Hydratur [1]) aber von entscheidendem Einfluß auf alle Lebensvorgänge in der Pflanze ist, erscheint der osmotische Wert als die, für unsere Untersuchungen, geeignetste Veränderliche in der Pflanze überhaupt. Damit war ich bei der Voraussetzung angelangt, von der v. Tubeuf ausging.

War der grundsätzliche Weg einmal gefunden, so war der spezielle Weg nicht schwer. Das Ziel mußte sein, mit größtmöglicher Genauigkeit den osmotischen Wert der Rindenzellen im Augenblick des Einbohrens der Käfer zu ermitteln.

Nach einigen Vorversuchen wurde folgende Versuchsanordnung gewählt: Käfer, die aus frisch befallenen Stämmen herausgeschnitten waren, werden unter möglichst natürlichen Bedingungen am Stamm eingezwingert und ihnen so die Möglichkeit zum Einbohren gegeben. Nach einer bestimmten Zeit wird das Ergebnis, befallen oder mißglückt, festgestellt und Rindenproben zur Untersuchung auf den osmotischen Wert abgenommen. Bei genügender Anzahl von derartigen Versuchen, mög-

---

wahrscheinlich annimmt: „Bäume, deren Harzungsfähigkeit herabgesetzt ist und die daher bruttauglich sein sollen, locken durch irgendeinen chemischen Reiz die Käfer an. Bäume, von denen dieser Reiz nicht ausgeht, werden nach Schwerdtfeger nicht angeflogen." Dieses sind aber gerade die Bäume, die sich wehren könnten, da sie reichlich Harzfluß zeigen. Wie kann also Harzfluß ein Schutz sein, wenn normalerweise überhaupt nur Bäume mit vermindertem Harzfluß angeflogen werden? —

[1]) Bezüglich Einzelheiten über die Hydratur sei auf Walter (37) verwiesen.

lichst noch im Vergleich mit natürlichem Anflug, mußte es gelingen den Grenzwert zu finden, bei dem die Käfer angreifen.

Die Durchführung dieser Methode stieß auf einige Schwierigkeiten, die zur Erlangung der wünschenswerten Genauigkeit überwunden werden mußten. Die Hauptschwierigkeit schien die Schaffung natürlicher Bedingungen bei der Einzwingerung zu sein, während sich eventuelle Fehlerquellen bei der Bestimmung des osmotischen Wertes durch sorgfältiges Arbeiten weitgehend einschränken ließen.

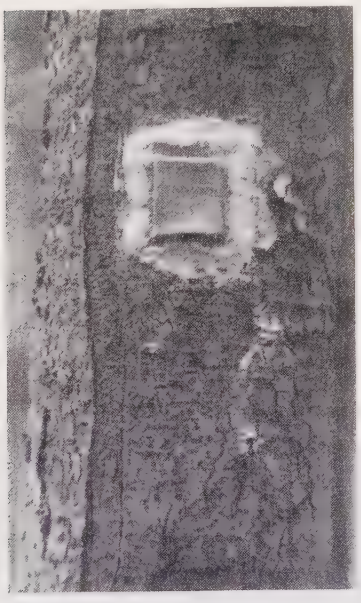

Abb. 18. Drahtgazekäfig mit Käfern besetzt und durch Gipsrand verschlossen an Tanne. (Infektionsversuche im Forstamt Waldmünchen)

Die Einzwingerung am Baum wurde in Drahtkäfigen, von der ungefähren Größe 3 zu 4 cm zu 1 cm vorgenommen. Diese konnten mit einem kurzen Stift an den Ecken auf der Rinde befestigt werden. Damit ein Entweichen der Käfer unter den Rändern des Käfigs nicht möglich war, wurden die Ränder breit überstehen gelassen und mit einer Gipsschicht abgedichtet. Die Käfer kamen so mit dem Gips nicht in Berührung, wenn sie sich unter dem breiten Rand durchzwängen wollten. Bis er dazu kam, war der Gips aber völlig erhärtet und neutral, konnte also keinen störenden Einfluß auf die Versuchstiere mehr haben (Abb. 18). Die Anbringung der Käfige erfolgte so, daß direkte Besonnung vermieden wurde.

Die Käfer wurden, wie schon erwähnt, auf frischem Befall ausgeschnitten, einen Tag mit wenig Nahrung im Freien aufbewahrt und dann in die Käfige gesetzt. Es erwies sich als zweckmäßig, diese vorher einzugipsen, bis auf eine schmale Stelle, durch die eine Glasröhre eingeführt werden konnte. Die Käfer konnten dann mit Hilfe der Glasröhre abgezählt in die Käfige verbracht werden. So war das Verschließen auch leicht möglich, ohne daß Käfer eingezwängt oder beschädigt wurden.

Bei den meisten Versuchen wurden je zwanzig Versuchstiere in einen Käfig gesetzt, doch spielt diese Zahl keine besondere Rolle. Insbesondere ist sie deswegen bedeutungslos, weil alle Käfer bei bruttauglichen Bäumen erfolgreich angreifen, bei brutuntauglichen Bäumen jedoch keiner, quantitative Auswertung brauchte daher nicht zu geschehen. Treten dennoch Abweichungen von dieser Regel auf, so sind sie im Gesundheitszustand der Käfer begründet, da man diese beim Ausschneiden aus befallenen Stämmen, ohne daß man es merkt, leicht verletzt. Deswegen wurde schon stets ein Tag bis zu Ansetzen des Versuches gewartet, eine Maßnahme, die bei erstmaliger Anwendung sofort eine wesentliche Verbesserung des quantitativen Ergebnisses brachte. Zu den Versuchen wurden dabei nur Käfer ausgewählt, die lebhaft umherliefen.

Die Technik der Bestimmung osmotischer Werte bei Pflanzen ist von WALTER (40, 41) zusammen mit R. THREM (44) und O. WEISSMANN (45) ausgearbeitet und beschrieben worden. Auch über den Grad der Verwendbarkeit einzelner Geräte sind dort Angaben gemacht Mit diesen Ausführungen ließen sich leicht die für die speziellen Zwecke der

Rindenuntersuchung geeigneten Geräte finden. Da man Rinde gut in gewünschte Formen schneiden kann, war zum Teil eine weitere Vereinfachung der Technik möglich. Das WALTERsche Verfahren beruht auf der Bestimmung der osmotischen Werte durch die „kryoskopische Methode". Die Anwendung der Grenzplasmolyse wurde von mir, nach den schlechten Erfahrungen von v. TUBEUF und anderen, gar nicht erst versucht.

Im einzelnen ergab sich folgender Weg. Aus dem Stamm wird ein Stück Rinde bis auf den Splint herausgeschnitten und die toten, trocknen Teile entfernt, da diese für uns keine Bedeutung haben und nur das Auspressen des Zellsaftes erschweren. Über die Bedeutung der Siebröhrenschicht für die Untersuchungen werden im nächsten Abschnitt noch nähere Angaben gemacht. Diese wurde bei den Untersuchungen, je nachdem, entfernt oder am Stück belassen. In den Tabellen sind die Werte mit und ohne Siebröhrenschicht gesondert aufgeführt. Die Rinde wird nach der Entnahme in kleinere Stücke oder Streifen geschnitten und sofort in ein dichtschließendes Gefäß verbracht.

Von WALTER werden hierfür Gefäße als besonders geeignet bezeichnet, die aus einem mit Korkstopfen verschlossenen Glas bestehen, das in einer verschraubbaren Aluminiumdose untergebracht ist. Da derartige Gefäße nicht in größerem Umfang beschaffbar waren, wurde ein solches hergestellt und durch Vergleich mit diesem nach einem ähnlich dichtschließenden, einfacheren Modell gesucht. Dabei erwies sich die in Abb. 17 dargestellte Form als voll geeignet. Ein Glas, 12 cm hoch und 4,5 cm Durchmesser, wird mit einem tief eindrückbaren Korken versehen. Dieser wird durch Eintauchen in kochendes Paraffin luft- und feuchtigkeitsdicht gemacht. Um einen Druckausgleich beim Kochen zu ermöglichen, wird in den Korken eine kapillar ausgezogene kurze Glasröhre gesetzt, die noch mit Zellstoff zusätzlich verstopft ist, so daß ein Feuchtigkeitsverlust, der zur Fehlerquelle werden könnte, auch hier ausgeschlossen ist. Biegt man die Glasröhre kurz unter dem Korken um, so tritt kaum eine Verminderung im Fassungsvermögen ein.

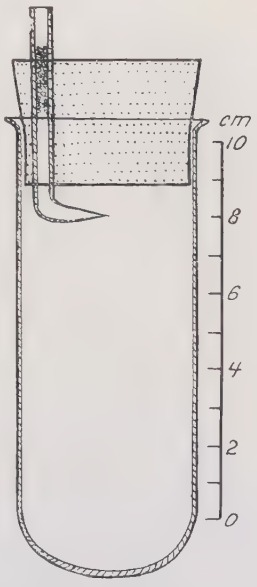

Abb. 17. Sammelglas für Rindenproben mit Kapillarröhre

Zum Auspressen des Zellsaftes wurde eine kleine Handpresse verwandt in der Form, wie sie auch von WALTER beschrieben wird. Der erzielte Druck von etwa 40 Atm. reichte in allen Fällen vollkommen aus, um genügende Mengen Preßsaft zu gewinnen.

Wichtig war langes Kochen der Rindenproben in den verschiedenen Gläsern. Im allgemeinen reichte eine halbe Stunde gut aus, doch konnte das Auspressen bei sehr harzhaltigen Proben, z. B. Ästen, erleichtert werden, wenn bis zu einer Stunde gekocht wurde.

In der Feldstation schloß ich die Proben stets nur in Ampullen ein. Die Bestimmung des osmotischen Wertes erfolgte dann später in Institut.

Bei sauberen Arbeiten konnte auf diese Weise der osmotische Wert auf $^1/_{10}$ Atmosphären genau bestimmt werden. Geringfügige Abweichungen traten erst bei den Hundertsteln auf. Das ist bei einem normalen Wert am Fuße einer Tanne von etwa 9—10 Atm. eine Genauigkeit von 1 %. Bei den höheren Werten der Krone, z. B. 28 Atm. in den Nadeln, eine noch bessere.

Vergleicht man diese Genauigkeit mit den Ergebnissen von v. TUBEUF, der Abweichungen bis zu 300 % (!) feststellte, die in der Technik der Grenzplasmolysebestimmung zu suchen wären, so steht der Vorteil der kryoskopischen Methode ganz außer Zweifel.

Die Umrechnng der gefundenen Gefrierpunktserniedrigungen in die osmotischen Werte, erfolgte nach der Formel:

$$\text{Osmotischer Wert } W = 12{,}06\,\Delta$$

Dabei können die Stellen hinter dem Komma bei der Konstante von Delta vernachlässigt werden, da die biologische Streuung sicher größer als 0,5 % ist.

b) Zur Physiologie und Ökologie der Tanne

Bevor auf die eigentlichen Infektionsversuche eingegangen wird, soll eine kurze Zusammenfassung der physiologischen und ökologischen Voraussetzungen bei der Tanne gegeben werden, da ohne diese ein Verständnis der erzielten Ergebnisse schwieriger ist. Die Darstellung erfolgt auf Grund von Angaben in der Literatur und eigenen Untersuchungen an gesunden Bäumen, die parallel zu den Infektionsversuchen ausgeführt wurden. Bezüglich des Begriffes der Hydratur und den Angaben über die möglichen Veränderungen folge ich WALTER (40).

Die osmotischen Werte des Zellgewebes sind nicht konstant, sondern zeigen Schwankungen, die von der Jahreszeit, der Besonnung und vor allem von den Wasserverhältnissen am Standort abhängen. Innerhalb dieser Schwankungen gibt es für die Hydratur jeder Pflanze Kardinalwerte, die als artspezifisch angesehen werden müssen. Für den Waldbau sind von diesem der maximale Wert $= W_{max.}$ und der minimale Wert $= W_{min.}$ von ausschlaggebender Bedeutung. $W_{min.}$ wäre dem Verhungern gleichzusetzen, es kann an sehr schattigen Stellen für eine Pflanze in Frage kommen, oder in der Rinde z. B. unter einer Ringelung auftreten. $W_{max.}$ ist die obere Grenze der ohne Folgen ertragbaren Austrocknung.

Nur wenn diese Werte am Standort nicht über oder unterschritten werden, ist die Existenz eines Baumes überhaupt möglich. Je näher die von der Pflanze am Standort erreichten osmotischen Werte am Optimalwert $W_{opt.}$ liegen, um so günstiger ist der Standort. Wäre nun die Pflanze, hier also die Tanne, nur den klimatischen Einflüssen des Standortes ausgesetzt und würden diese nicht auch durch die Pflanze selber zu einem gewissen Grad verändert, so könnte sie sich an allen Stellen, die ihr die klimatischen Voraussetzungen bieten, um die osmotischen Grenzwerte einzuhalten, entwickeln. Da aber noch eine Anzahl anderer Einflüsse von Bedeutung sind, ist die Grenze der möglichen Verbreitung enger zu ziehen. Daß diese Grenzen überschritten und die gewonnenen Positionen auch auf längere Zeit gehalten werden können, haben die vielfach geglückten Kultivierungmaßnahmen des Menschen gezeigt. Doch gehört dazu stets die Pflege, der ein Erfolg zuzuschreiben ist. Gleichzeitig

stellen diese Pflegemaßnahmen aber schwerwiegende Eingriffe in die natürlichen Verhältnisse dar, die oft unerwartete Folgen nach sich ziehen. So hat SCHIMITSCHEK (31) an den Verhältnissen des Wiener Waldes für die Tanne gezeigt, wie Kulturmaßnahmen zur Vernichtung jeder natürlichen Entwicklungsmöglichkeit führen. In dieser „Erkrankungskette" führt SCHIMITSCHEK eine Reihe von Insekten als Glieder auf, denen entweder, soweit sie primäre Schädlinge sind, durch erhöhtes und erleichtertes Nahrungsangebot die Möglichkeit der Massenvermehrung gegeben wird, oder bei sekundären Arten die Ausbreitung durch Schwächung der Tanne erleichtert wird. So können sie ebenfalls zur weiteren Vernichtung der Bestände beitragen.

Es müssen also zwei Bereiche im Verbreitungsgebiet einer Pflanzenart unterschieden werden, jener der auf Grund klimatischer Bedingungen die Einhaltung der osmotischen Maxima und Minima zuläßt, somit als eventuell noch bewohnbar anzusehen wäre, und demjenigen Bereich, innerhalb dessen unter Berücksichtigung aller natürlichen Verhältnisse der Umwelt die Pflanze leben kann. Dies deckt sich theoretisch mit dem natürlichen Verbreitungsgebiet. Schon innerhalb bestimmter natürlicher Waldformen können unter extremen Bedingungen Gradationen von Insekten auftreten. Um so mehr ist dies der Fall, je tiefer die Eingriffe in das natürliche Gleichgewicht gehen.

Für sekundäre Schädlinge müssen Störungen des Gesundheitszustandes der Pflanze unmittelbar gradationsfördernde Wirkung haben.

In Gebieten, die Kultivierungsmaßnahmen unterworfen waren, traten wiederholt schwere Kalamitäten von *curvidens* auf, im Verlaufe derer ganze Bestände der Vernichtung anheimfielen. An Stellen, wo die Tanne wenig oder gar nicht derartigen Eingriffen ausgesetzt war, traten Bestandsvernichtungen nicht annähernd in demselben Umfang ein. Da die Einwirkungen des Großklimas aber beide Stellen in etwa gleicher Weise betrafen, waren im ersteren Fall die Tannen mehr für den Angriff der Käfer disponiert. Jene veränderten Standortsbedingungen, die die Schwankungen in den physiologischen Abläufen bei der Wirtspflanze verstärken, müssen als wesentliche Ursache der Kalamitäten angesehen werden. Daß diese erhöhten Schwankungen an sich noch keine tödliche Schwächung für die Tanne darstellen müssen, wurde schon erwähnt. Wohl aber können sie in den Bereich, in dem die Stämme für *curvidens* bruttauglich werden, hineinragen.

Wie wird diese Bruttauglichkeit erreicht? Dazu müssen wir die Verhältnisse am gesunden Baum kennen. Sie seien am Beispiel einer Tanne gezeigt, die Ende Juli 1948 im Revier Plüderhausen Nord gefällt wurde. An ihr erfolgte die Bestimmung der osmotischen Werte in Abständen von Meter zu Meter. Zur allgemeinen Orientierung wurde außerdem noch die Bestimmung einzelner Nadelwerte vorgenommen. Das Ergebnis ist in Abb. 20 (S. 396) schematisch dargestellt. Sie zeigt ein stetiges Ansteigen der osmotischen Werte mit zunehmender Höhe, sowie erheblich höherliegende Werte bei den Nadeln. Sonnen- und Schattennadeln

unterscheiden sich ebenfalls. Der Siebröhrensaft ist stets etwas konzentrierter als der Zellsaft der zugehörigen Rindenzellen. Dies ist während der Zeit der Vegetationsperiode typisch. Die Erscheinung stellt eine Fehlerquelle dar, die möglichst ausgeschaltet werden soll. Durch Entfernen der gut sichtbaren Siebröhrenschicht ist sie leicht zu vermeiden. Doch auch da, wo sie nicht ausgeschaltet werden konnte, machte der Fehler nie mehr als $\pm 8\,\%$ aus.

Die in der Abbildung dargestellten Werte sind e i n e der vielen Möglichkeiten, die innerhalb von $W_{max.}$ und $W_{min.}$ liegen. Diese Grenzwerte für die Tanne zu bestimmen, ist durch eine große Reihe von Messungen sicher möglich. Hier interessieren uns nur die normalen Verhältnisse, als die das angeführte Beispiel betrachtet werden kann.

Abb. 20. Verteilung der osmotischen Werte im lebenden Gewebe einer gesunden Tanne (*Abies alba*). (Gefällt: Juli 1948 Forstamt Schorndort.) Ordinate: Höhe in Meter, Abszisse: Werte des osmotischen Druckes in Atmosphären.
◓ Rindenwerte am Stamm, ◓ Rindenwerte in den Ästen,
● Werte des Siebröhrensaftes, ◓ Werte der Schattennadeln,
◓ Werte der Sonnennadeln

Tritt eine Behinderung im steigenden Saftstrom ein, so steigen normalerweise die Werte in den Blättern stark an. Auf diese Erscheinung ist die Methode, die osmotischen Werte der Pflanzen als Indikatoren für die Wasserverhältnisse am Standort zu verwenden, begründet. Davon gibt es jedoch Ausnahmen[1]; „z. B. bei Wolfsmilch (*Euphorbia*) und wohl auch bei Haselwurz (*Asarum*). Hier beginnt der osmotische Wert bei Wassermangel zu sinken. Das ist folgendermaßen zu erklären: Bei Wassermangel schließen diese Arten sofort die Spalten, die Assimilation hört auf, die Atmung geht aber weiter und die Blätter vergilben, wobei der osmotische Wert sinkt. Wenn der Wasserverlust trotz Spaltenschluß ein erheb-

[1]) Zitiert nach freundlicher brieflicher Mitteilung von Prof Dr. H. WALTER, Stuttgart.

licher ist, so kann das Sinken durch Vergilben kompensiert werden und die osmotischen Werte ändern sich wenig oder steigen zum Schluß etwas an".

Die Untersuchungen an trocknenden Tannen ergaben nun ähnliche Bilder, so daß die Vermutung naheliegt, daß die Tanne zu dem geschilderten Typus gehört. Dazu kommt, „daß auf Grund der mangelnden Beziehungen zwischen den Jahreskurven der osmotischen Werte bei Nadelhölzern und den Witterungsverhältnissen des Sommers, sowie den Standortsverhältnissen, eine derartige Vermutung möglich ist. Unter dieser Voraussetzung also würde Trockenheit bei der Tanne v i e l l e i c h t eine Erschöpfung des Baumes an Assimilaten bedeuten, was die rasche Abnahme der Rindenwerte verständlich machte".

Diese Abnahme der Rindenwerte ist eine typische Erscheinung der Trockenheit bei der Tanne. Zurückzuführen ist sie auf den weitergehenden Stoffwechsel in der Rinde bei mangelndem Nachschub an Assimilation. Dies kann bei getrennter Untersuchung von Zellsaft und Siebröhrensaft leicht nachgewiesen werden. Letzterer hat im Falle von Trockenheit stets gleichen oder sogar niedrigeren Wert als die Rindenzellen in gleicher Lage. Es stand also zu erwarten, daß der Grenzwert der Bruttauglichkeit für *curvidens* unter dem normalen osmotischen Wert liegt.

Auf Grund dieser Erkenntnis erschienen auch die Einwirkungen anderer Schädlinge auf die Nadeln und mehr noch auf die dünnen Äste in ganz neuer Bedeutung. Denn durch diese wird, ohne die Gesundheit des Baumes zunächst dauerhaft zu schädigen, ein Teil desselben für andere Schädlinge bruttauglich gemacht, die dann von sich aus den Baum vernichten. Eine genaue Untersuchung dieser Beziehungen erschien daher für die Klärung der Ursachen einer Massenvermehrung von *curvidens* unbedingt erforderlich. Deshalb wurden auch die Infektionsversuche auf die beiden kleineren Verwandten von *curvidens* mit ausgedehnt.

Die Tanne nimmt also, wie alle Pflanzen, innerhalb ihrer „klimatisch-ökologischen" Valenz einen engeren Bereich ein, innerhalb dessen sie unter natürlichen Verhältnissen stets leben kann, er entspricht dem natürlichen Verbreitungsgebiet. Außerhalb dieses Bereiches muß sie künstlich erhalten werden. Die Ursachen dafür sind in der auftretenden erhöhten Schwankung des Gesundheitszustandes und der dadurch leichter gegebenen Möglichkeit eines Angriffs von sekundären Schädlingen zu suchen. Es kommt zu sogenannten „Kettenerkrankungen", an deren Ende eine an sich nicht gefährlich erscheinende Art, die Vernichtung ganzer Bestände zustande bringen kann. An den physiologischen Veränderungen der Tanne unter den verschiedenen Bedingungen können die einzelnen Stufen des Kränkelns dargestellt werden.

c) Infektionsversuche

Nach der oben angeführten Methode wurden im Laufe des Sommers 1948 im Gebiet des Forstamtes Schorndorf und des Forstamtes Waldmünchen, sowie an einer Stelle bei Berchtesgaden, Infektionsversuche mit *curvidens, spinidens* und *vorontzowi* durchgeführt und Proben von natürlichem Anflug eingesammelt.

Es zeigte sich, daß ein Zeitraum von 6—8 Tagen, in dem die Käfer am Stamm gelassen wurden, in jedem Fall ausreichte, um eine klare Trennung in „Angriff geglückt" und „Angriff mißglückt" vornehmen zu können. In Abb. 19 sind geglückte und mißglückte Angriffe dargestellt. a ist der Querschnitt durch die Rinde bei einem mißglückten Angriff von *curvidens*. Die Käfer haben sich in die tote Rinde eingebohrt, sowie

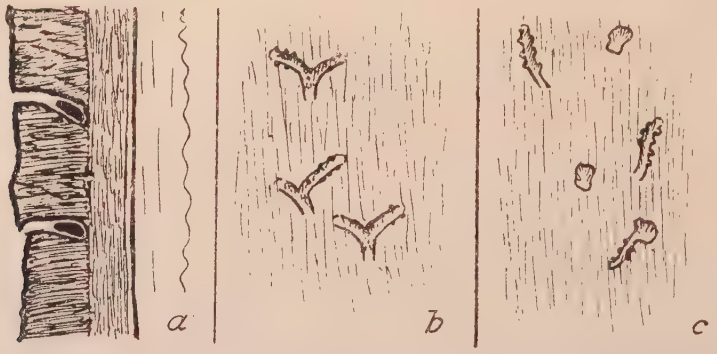

Abb. 19. Fraßbilder von Infektionsversuchen an Tanne. a Mißglückter Infektionsversuch mit *curvidens* im Querschnitt. Käfer haben nur die Korkschicht durchbohrt, lebende Rinde wird nicht angegriffen. b Aufsicht auf das Splintholz nach geglückter Infektion mit *curvidens*, angefangene Brutbilder. c Geglückte Infektion mit *vorontzowi*

sie auf den lebenden Teil stießen, hörte das Vordringen auf. Die Käfer erweiterten höchstens noch seitlich die Gänge etwas zu kleinen Kammern, machten aber keinen Versuch tiefer einzudringen. b zeigt demgegenüber einen geglückten Angriff von *curvidens* nach 7 Tagen aus dem Revier Plüderhausen Nord (Tabelle 3, Nr. 8). Die angefangenen Brutarme sind nach Abheben der Rinde auf dem Splint deutlich zu erkennen. c zeigt einen geglückten Angriff von *vorontzowi* aus dem Forstamt Waldmünchen (Tabelle 6, Nr. 4). Beim Abheben der Rinde werden einzelne Muttergänge und die für *vorontzowi* so typischen, tief im Splint liegenden Rammelkammern sichtbar.

Insgesamt konnten fast 350 Werte bestimmt werden. Die gefundenen Zahlen sind in den Tabellen 1—8 zusammengestellt.

Infektionsversuche an Tanne:

Im Forstamt Schorndorf:

mit *curvidens* (Tabelle 3);

„ *spinidens* (Tabelle 4).

Im Forstort Waldmünchen:
mit *curvidens* (Tabelle 5);
„ *vorontzowi* (Tabelle 6).
Infektionsversuche an Fichte:
mit *curvidens* (Tabelle 7);
Osmotische Werte von Rinde nach natürlichen Angriffen
von *curvidens* (Tabelle 8);
„ *spinidens* (Tabelle 9);
„ *vorontzowi* (Tabelle 10).

Bei der Auswertung der Ergebnisse müssen verschiedene Vorgänge an der Tanne unter den wechselnden Bedingungen der Witterung beachtet werden. Vergleicht man nämlich die Werte von natürlichen Angriffen, die etwa 2—4 Wochen nach dem Beginn des Anflugs bestimmt worden sind, so fällt bei den ersteren ihre große Streuung auf, während die letzteren ziemlich gleichmäßig am oder unter dem Schwellenwert liegen. Dies ist so zu erklären, daß die Käfer zwar bei einem bestimmten Wert angreifen, es aber später noch bei einem erheblich höheren osmotischen Wert aushalten, besonders wenn dieser eine Folge von Austrocknung der Rinde durch Besonnung nach der Beschädigung durch die Käfer ist. Ebenso werden aber auch, bis zu einer gewissen Grenze, wieder steigende Werte als Folge einer besseren Wasserversorgung des Baumes ausgehalten. Dies ist mehrfach beobachtet worden (z. B. Tabelle 3, Nr. 20 c).

Einmal konnte auch ein geglückter Angriff gefunden werden, der kurze Zeit später am ganzen Baum durch Rückkehr des Saftes wieder vernichtet wurde (Tabelle 5, Nr. 8). Dieses Beispiel ist besonders interessant, da der Angriff am Ende einer längeren Trockenheit erfolgte und gleich in einer beachtlichen Dichte. Der durchschnittliche Abstand der Brutbilder war 10 cm, ihre durchschnittliche Größe 2 cm. Aus der Größe der Brutbilder konnte ihr Alter auf 10—12 Tage geschätzt werden. Als der Baum gefunden wurde, war alles bis auf einige wenige Käfer tot. Auch die winzigen Junglarven lebten nicht mehr. Der Baum wurde Anfang der zweiten Hälfte August gefunden. Mitte Juli bis Anfang August herrschte sehr heißes trockenes Wetter, danach folgten andauernde schwere Regenfälle. Durch Sturm war der Stamm etwas angeschoben und so von der Trockenheit besonders geschwächt worden. Bei den reichlichen Regenfällen hatte er sich wieder erholt, zum Verderben der Käfer, „die sich schon ihrer Beute sicher glaubten".

Beim Fällen dieser Tanne ergaben sich dann weitere auffallende Verhältnisse. Der Baum zeigte unter den Wasserreisern am sonst noch glatten Stamm stets kleinere, also früher abgestorbene, Brutbilder. Am Kronenansatz unter jedem größeren Astquirl die gleiche Erscheinung. Hier war der Strom der wiederkehrenden Assimilate zuerst hingelangt, und so waren auch die Käfer am ersten diesem zum Opfer gefallen. Ein ähnliches, nicht so instruktives Beispiel ist Tabelle 3, Nr. 20 c. Bei diesem

Baum ist der osmotische Wert der Rindenzellen unter den noch grünen Klebästen (ursprünglich durch Trockenheit wipfeldünn gewordener Stamm, der nachträglich befallen wurde) ebenfalls etwas höher als in der übrigen Rinde. Doch reichte hier die Erhöhung nicht aus, um die Käfer zu vernichten.

Die Messungen an den Fangbäumen zeigten, daß auch bei diesen der osmotische Wert nicht von dem Schwellenwert abweichen darf, wenn der Baum fängig bleiben soll. Besonders auffallend ist dies bei nicht entasteten Bäumen. Hier ist die Assimilitation noch kurze Zeit weiter gegangen, was zusammen mit der Austrocknung der Stämme in der Sonne ein Ansteigen der osmotischen Werte in der Rinde zur Folge hatte. Damit können diese auch nicht bruttauglich oder zumindest nicht fängig werden. Bei entasteten schattig liegenden Bäumen hört die Zufuhr an Assimilation mit der Entastung sofort auf, die Rinde lebt aber weiter und verbraucht dabei Kohlehydrate. Da Austrocknung durch Besonnung vermieden ist, müssen so die osmotischen Werte in der Rinde schnell fallen, der Baum wird rasch bruttauglich.

Die Infektionsversuche mit *curvidens* an stehenden Bäumen haben alle ganz eindeutige Werte, Überschneidungen treten in keinem Fall ein.

Anders bei *spinidens* und *vorontzowi*. Diese zeigen bei den Versuchen an gesunden, beziehungsweise noch grünen Ästen das gleiche eindeutige Bild. Sobald aber Versuche an sterbenden Ästen gemacht werden, gelingen alle Infektionen, ganz gleich, welche osmotische Werte in der Rinde zu finden sind. Zunächst verwirrte dies das klare Bild sehr. Nachdem aber die physiologischen Vorgänge beim Trocknen der Äste und das Verhalten von *spinidens* und *vorontzowi* näher untersucht waren, erschienen auch diese Ergebnisse zutreffend.

Beginnen die Äste auszutrocknen, so wird nach einiger Zeit ein Zustand erreicht, der irreversibel ist. Die dünne Rinde wird durch die starke Einstrahlung der Sonne schließlich zum Absterben gebracht. — Die Käfer aber, *spinidens* und *vorontzowi*, werden neu nur an einen Baum gelockt, wenn kränkelnde lebende Rinde vorhanden ist. Der erste Angriff, der mit dem Verfahren der entomologischen Analyse, vgl. KANGAS (15), bei beiden Arten gut festgelegt werden konnte, erfolgte immer an einer Stelle, wo keine direkte Sonneneinwirkung anzunehmen war. Von da breitete er sich dann nach den Astspitzen und den anderen Regionen der Krone aus. Da wahrscheinlich beide Arten in den Ästen mehrere Brutbilder ohne dazwischenliegenden Regenerationsfraß anlegen, von *spinidens* konnte es direkt beobachtet werden, läßt sich die eigenartige abweichende Erscheinung bei den Infektionsversuchen an trocknenden Ästen erklären: Die Käfer wurden für die Versuche aus frisch befallenen Ästen herausgeschnitten. Sie bohrten sich also nach der Einzwingerung in der gewohnten Weise sofort wieder ein, falls der Ast bruttauglich war. Dies trifft für sterbende Äste aber zu.

Die Instinktsreaktion für Käfer von *spinidens*, die schon Brutbilder angelegt hatten, aber noch nicht in der Produktion von Eiern, beziehungs-

weise Sperma, erschöpft sind, ist auf den Zustand: „außen auf der Rinde sitzen", das Einbohren. Dabei ist eine besondere Anlockung nicht mehr nötig. — Die übrigen Stellen am Baum, vor allem sterbende Äste werden so besiedelt. Ich konnte an solchen niemals ganz junge Brutbilder finden, wenn nicht schon ältere am Baum vorhanden waren.

Daß *curvidens* unter ähnlichen Bedingungen am Fangbaum sich nicht einbohrte, führe ich darauf zurück, daß die wesentlich dickere Rinde des Stammes viel größere Mengen Zellsaft führt, der den Käfern zu konzentriert ist. — Außerdem gehört erneutes Einbohren auf sterbender Rinde nicht zu den üblichen Brutgewohnheiten von *curvidens*, es muß hier also eine Lücke in der Kette der Instinktsreaktionen vorhanden sein. Nur der Reiz bruttauglicher Rinde veranlaßt die Käfer sich wieder einzubohren.

Diese Ergebnisse und Folgerungen führen gradlinig zu der Frage: Was lockt den Käfer wirklich an? — Der osmotische Wert selber kann es nicht gut sein. Dies geht schon aus der Überlegung hervor, daß es kaum eine Möglichkeit geben dürfte, die Veränderungen des osmotischen Wertes direkt über größere Entfernungen wahrzunehmen. Daß die Käfer aber bruttaugliche Stämme auf größere Entfernungen anfliegen, steht fest. Ebenso werden nichtgeeignete Bäume normalerweise nicht angeflogen. Es muß also ein für die Sinnesorgane spürbarer Reiz von den bruttauglichen Bäumen, oder Stellen an den Bäumen, ausgehen. Ich neige dazu, eine chemische Reizwirkung anzunehmen. Es wäre vorstellbar, daß der Zellsaft irgendeine Verbindung, z. B. Lohgeruch usw., enthält, der sich bei sinkendem osmotischem Wert verflüchtigen kann. Oder umgekehrt, daß ein chemischer Reiz, der normalerweise von einem gesunden Baum ausgeht, wegfällt oder schwächer wird. Dieses verleitet dann den Käfer zum Angriff. Die letztere Möglichkeit wäre sogar chemophysikalisch noch leichter als Anlockung zum Angriff denkbar.

Die Versuche an Fichte zeigten, daß *curvidens* auch in Fällen, bei denen Bruttauglichkeit auf Grund der osmotischen Werte anzunehmen wäre, nicht einbohrte. Der Befall von Fichte erschien daher nicht sehr wahrscheinlich. Das in der Literatur (14) angeführte Vorkommen an Fichte von *curvidens* konnte auf Verwechslung beruhen. Aber außergewöhnliche Umstände (vielleicht Not?) brachten ihn dennoch dazu [1]).

Unter den angeführten Gesichtspunkten macht die Auswertung der Versuchsergebnisse und der natürlichen Angriffe, deren osmotische Werte bestimmt wurden, keine Schwierigkeiten. Sie zeigt einen scharfen Schwellenwert für die Bruttauglichkeit von Tannenrinde, der bei *curvidens* zwischen 7—8 Atm. liegt. Bei diesem oder einem geringeren osmotischen Wert werden die Bäume von den Käfern angegriffen. Dieselbe Grenze liegt bei *spinidens* und *vorontzowi* um 10 Atm., vielleicht noch etwas höher.

[1]) Siehe S. 359.

Da die normalen Werte im hauptsächlichsten Brutbereich von *curvidens* 10—12 Atm. betragen, im Hauptbrutbereich von *spinidens* und *vorontzowi* über 12 Atm. hinausgehen, kann damit die Auffassung, daß eine Schwächung des Baumes Vorbedingung eines erfolgreichen Angriffes der Käfer ist, als erwiesen gelten. Der jeweilige Schwellenwert für den Angriff der drei Arten ist zahlenmäßig festgelegt. Für diesen Schwellenwert schlage ich die Bezeichnung „kritische Schwächung" des Brutbaumes vor.

Die Ergebnisse der stichprobenartig durchgeführten Untersuchungen an Fangbäumen berechtigen zu der Annahme, daß auf diesem Wege auch eine genaue Bestimmung der Fängigkeit von Fangbäumen möglich ist, die zu erreichen und längere Zeit zu erhalten, für die Bekämpfungstechnik der Borkenkäfer wesentliche Bedeutung hat.

Interessant ist ein Vergleich der vorliegenden Befunde mit den Ergebnissen SCHIMITSCHEKS (34) über die Zusammenhänge zwischen Käferangriff und Einstrahlungsintensität, die eine Veränderung der Kambialtemperaturen zur Folge hat. Die an *typographus* gemachten Versuche zeigten, daß stärkere Einstrahlung und damit verbundene erhöhte Kambialtemperaturen eine gewisse Voraussetzung der positiven Disposition des Baumes für Borkenkäferangriffe bilden. Seine Feststellung deckt sich mit den Ergebnissen meiner Versuche insofern, als erhöhte Kambialtemperaturen Steigerung der Stoffwechselvorgänge in der Rinde zur Folge haben, mit denen ein erhöhter Verbrauch an Assimilaten verbunden ist, der wiederum ein Fallen der osmotischen Werte nach sich zieht. Dieses Fallen der osmotischen Werte in der Rinde ist aber nach den Ergebnissen meiner Untersuchungen als Vorbedingung eines jeden Käferangriffs anzusehen.

Damit konnte auf experimentellem Weg die gleiche Voraussetzung für Borkenkäferangriffe gefunden werden, die bei meinen Versuchen auf Grund theoretischer Erwägungen vorausgesetzt wurde und deren Berechtigung durch Auffindung der Schwellenwerte bestätigt ist.

d) „Kritische" und „tödliche" Schwächung

Ein osmotischer Wert, der unter $W_{min.}$ liegt, bedeutet für jede Pflanze eine tödliche Schädigung. Eine Schwächung, die ein derartiges Absinken der osmotischen Werte in irgendeinem lebenswichtigen Teil des Baumes zur Folge hat, muß als tödliche Schwächung bezeichnet werden. Wie systematische Messungen an Tannen zeigten, liegt $W_{min.}$ für Rinde bei etwa 3,5—5 Atm. Eine genauere Festlegung ist nicht möglich, da wohl keine feste Grenze besteht, sondern diese von den herrschenden Verhältnissen beeinflußt wird. Bei Ästen dürften die Werte höher liegen. Auf jeden Fall liegt die „tödliche Schwächung" für alle Bereiche am Stamm wesentlich unterhalb der jeweiligen „kritischen Schwächung" für die drei untersuchten Borkenkäferarten. Es ist daher einzusehen, daß die von *curvidens* und seinen Verwandten vernichteten

Bäume ohne den Käferbefall nicht hätten eingehen brauchen, da ihre Schwächung noch im Bereich der Erholungsmöglichkeit lag.

Aus den Ergebnissen geht aber auch hervor, daß die Käfer, wenn sie nur an einer Stelle des Baumes Fuß gefaßt haben, diesen von sich aus nach und nach vernichten können, sei es durch die Abriegelung des absteigenden Saftstromes, oder durch eine chemische Beeinflussung, die im Abschnitt über die Wirkung des Fraßes auf den Baum dargestellt wurde. Diese Feststellungen werfen auf die Gefährlichkeit der betreffenden Arten neues Licht.

Bei den Überlegungen zur Methode (siehe oben) wurde der Turgordruck als zur Messung ungeeignet angesehen, da er in manchen Zustandsformen der lebenden Zelle den Wert Null erreicht und somit für einen Teil des zu untersuchenden Bereiches nicht als meßbarer Wert in Frage kam. Die kritische Schwächung liegt nun aber bei einem osmotischen Wert, in dem die Zelle noch turgeszent sein kann. Ich halte es daher für möglich, daß die Käfer den Turgordruck empfinden, und nach dieser Wahrnehmung die scharfe Grenze der brutfähigen Teile des Baumes auffinden. Für die Ursachen der Anlockung dürfte er jedoch keine Bedeutung haben.

3. Der Vermehrungskoeffizient

a) Theoretischer Vermehrungskoeffizient und Vermehrungsfaktor[1])

Von den Fragen, deren Klärung Voraussetzung für ein Erkennen der Ursachen einer *curvidens*-Gradation ist, konnten durch die geschilderten Ergebnisse vier geklärt werden. Übrig bleiben die beiden letzten nach dem Vermehrungskoeffizienten und dem Entwicklungsprozentsatz in einer bestimmten Zeit.

Es konnte erwartet werden, daß der theoretische Vermehrungskoeffizient bei *curvidens* zumindestens eine Vermehrung um das Vielfache der Ausgangspopulation angibt, auch wenn, auf Grund der sehr stark entwickelten Brutpflege bei Ipiden, dieser Wert sicher nicht den von frei zur Entwicklung gelangenden Arten erreicht. Hier muß uns nur die Frage nach der Populationszunahme im Zeitraum weniger Wochen beschäftigen.

Da die auf Trockenheit empfindlich reagierende Tanne von dieser bekanntlich vor allem gegen Ende des Winters und im Spätsommer getroffen wird (in einer Zeit also in der, oder kurz nach der, *curvidens*

[1]) Der theoretische Vermehrungskoeffizient ist nach Bremer (7) zu verstehen als die Größe, die angibt, um wieviel sich die Population vermehren könnte, wenn keine Widerstände der Umwelt beständen. Diesem steht der jeweilige Vermehrungskoeffizient unter den wechselnden Bedingungen der Umwelt gegenüber. Der Begriff kann bei Berechnungen der Bevölkerungszunahme aus der Zahl der eingebohrten Altkäfer in Borkenkäferbäumen und den ausfliegenden Jungkäfern nicht gewählt werden, da die eingebohrten Altkäfer nicht die gesamte Ausgangspopulation darstellen brauchen. Es wurde deshalb für diesen Fall der Ausdruck Vermehrungsfaktor gewählt.

schwärmt), kommt hier die Ausbreitung einer ausfliegenden Generation bei plötzlich eintretendem Überangebot von bruttauglichen Stämmen in Betracht.

Durch Auszählen einer großen Zahl von Fluglöchern im Splint ausgeflogener Brutbilder (am Stamm, die Zahlen bezogen auf eine Flächeneinheit), konnte die wechselnde Anzahl der ausfliegenden Jungkäfer bei verschiedener Befallsdichte graphisch festgelegt werden (Abb. 21). Dasselbe gilt für die abnehmende Länge der Brutarme mit steigender Befallsdichte (Abb. 22). Die Zahl der Brutarme beträgt also 1 ♂ 2 ♀♀ = 3 Individuen. Zählt man die einzelnen Brutarme, was leicht möglich ist, so kann man daraus die Zahl der eingebohrten Käfer berechnen. (Zahl der Brutarme mal 3 durch 4.)

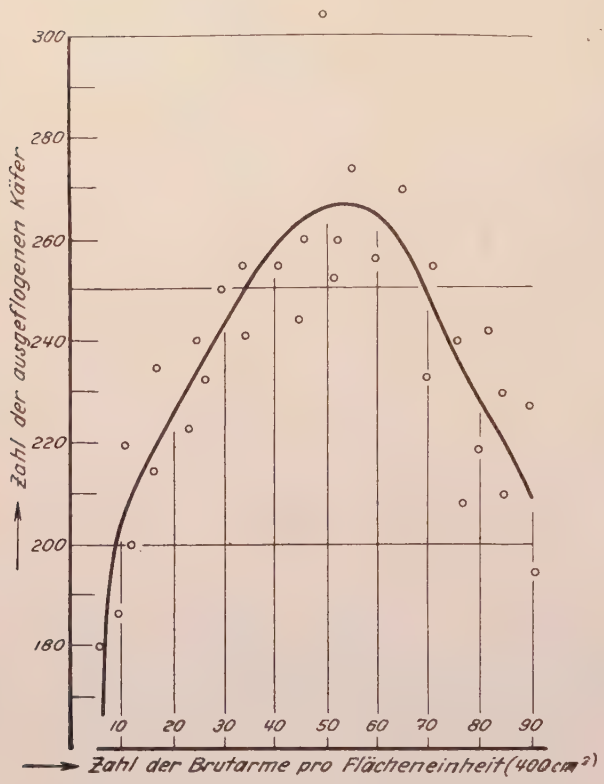

Abb. 21. Schwankende Zahl der ausgeflogenen Käfer bei steigender Befallsdichte. Ordinate: Zahl der ausgeflogenen Käfer. Abszisse: Zahl der Brutarme je Flächeneinheit (20×20 cm + 400 cm²). Die Kreise geben die jeweiligen Extremwerte der Abweichung vom Mittel an

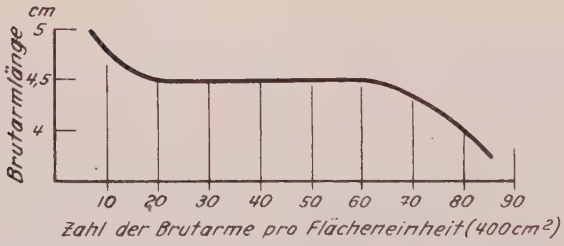

Abb. 22. Abnehmende Länge der Brutarme bei steigender Befallsdichte. Ordinate: Länge der Brutarme. Abszisse: Zahl der Brutarme je Flächeneinheit (400 cm²)

Das Auszählen ausfliegender Jungkäfer ergab (bei 8, an verschiedenen Stellen vorgenommenen Untersuchungen von je 400 Käfern) stets den Sexualindex [1]) 0,5. Damit ist anzunehmen, daß ein Überschuß an Männchen besteht. Es blieb ungeklärt, wo dieser Überschuß an männlichen Jungkäfern verbleibt.

Mit Hilfe der empirisch ermittelten Kurven läßt sich ein Abnehmen

[1]) Sexualindex ist die Zahl der Gesamtpopulation durch den Weibchenanteil. Er ist manchmal Schwankungen unterworfen.

des Vermehrungsfaktors je Fläche bei steigender Befallsdichte berechnen (Abb. 23 V). Der Vermehrungsfaktor ist dabei die Zahl der auskommenden Jungkäfer je Flächeneinheit, durch die Zahl der eingebohrten Altkäfer. Dies ist nicht der Vermehrungskoeffizient, da nur

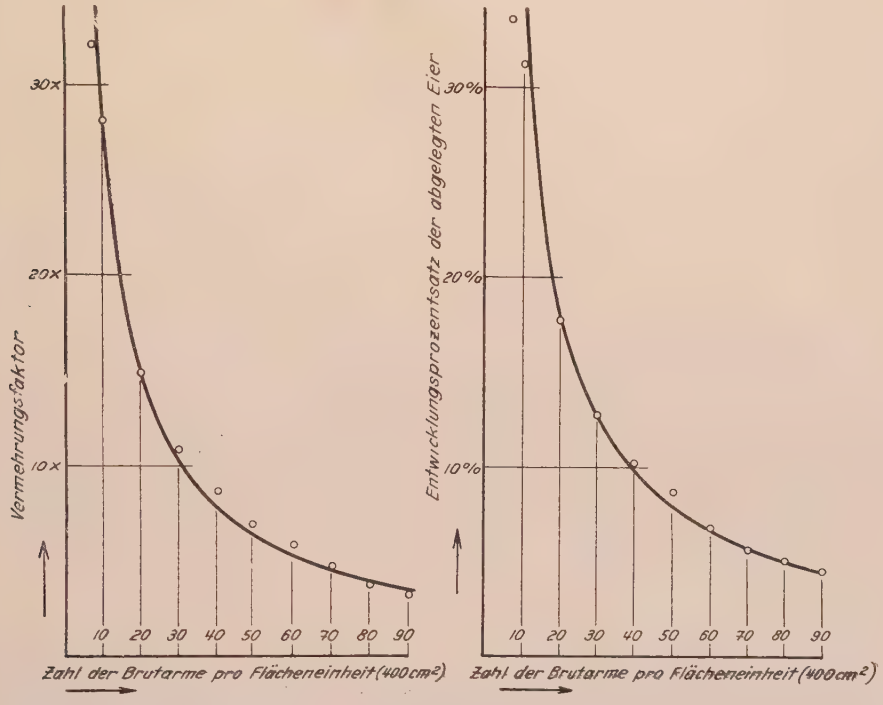

Abb. 23. Geringere Vermehrung bei steigender Befallsdichte. Ordinate: Links: Vermehrungsfaktor, rechts: Entwicklungsprozentsatz der abgelegten Eier. Abszisse: Zahl der Brutarme je Flächeneinheit (400 cm²)

von der Zahl der eingebohrten Altkäfer ausgegangen wird. Die wirkliche Größe der Elterngeneration kann, wie oben gezeigt, höchstens geschätzt werden, da der Verbleib eines Teiles bisher nicht ermittelt werden konnte.

Berechnung: Ist Vermehrungsprozentsatz je Flächeneinheit = V, die Zahl der eingebohrten Altkäfer = P_1, die Zahl der auskommenden Jungkäfer = P_2, die Zahl der einzelnen Brutarme = B, dann lautet die Formel:

$$V = \frac{P_{II}}{P_1} \text{ wobei } P_1 = B \cdot 3 \text{ ist.}$$

Berechnung von P_1 erfolgt nach der Zahl der in den Brutbildern enthaltenen Altkäfer (siehe oben).

Es zeigt sich, daß V in einem Verhältnis zum steigenden Befall kleiner wird, das sich durch eine hyperbelartige Kurve darstellen läßt.

Der Verlauf dieser Kurve kann durch die Gleichung: $y = 240\ x^{-0,93}$ [1]) hinreichend genau definiert werden (Abb. 23).

Ebenso kann man nachweisen, daß für das Kleinerwerden des Vermehrungsfaktors die Behinderung der Larven gegeneinander verantwortlich ist. Die Behinderung der Altkäfer untereinander bei der Anlage der Brutbilder hat weniger Bedeutung, wie schon die Kurve der Abb. 22 zeigte.

Berechnung: Ist der Entwicklungsprozentsatz der abgelegten Eier = E, die Länge der einzelnen Brutarme = L und die durchschnittliche Zahl der je Zentimeter des Brutarmes abgelegten Eier = e, dann lautet die Formel:

$$E = \frac{B \cdot L \cdot e}{P_{II}}$$

und es ergibt sich, daß E in einem Verhältnis zum steigenden Befall kleiner wird, das dem von V sehr ähnlich ist. Die entstehende Kurve läßt sich durch die Gleichung $y = 270\ x^{-0,9}$ definieren (Abb. 23 E) [2]).

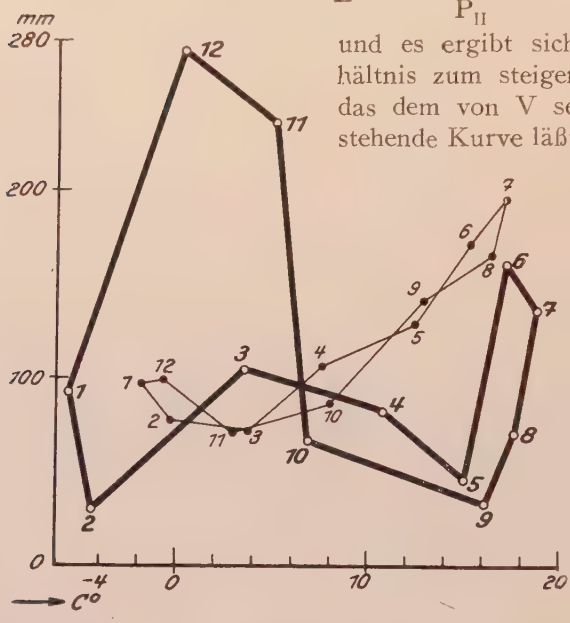

Abb. 24. Klimatogramme von Bad Reichenhall, Oberbayern (Alpenrandlage). ——— Langjähriges Mittel, ▬▬ Klimatogramm von 1947

Aus der Abb. 21 ist zu erkennen, daß die absolute Zahl der ausfliegenden Käfer je Flächeneinheit bei einer Befallsdichte von etwa 40—60 Brutarmen, also 10—15 Brutbildern auf einer Fläche von 20 zu 20 cm, am größten ist. Die daraus ausfliegende Zahl von Jungkäfern, rund 270 Stück, sind in der Lage, etwa 65 bis 70 neue Brutbilder an-

[1]) Da es noch fraglich ist, ob diese Kurve allgemeinere Bedeutung hat, oder nur bei *curvidens* gilt, wurde zunächst ihr Verlauf nur mathematisch festgelegt und auf eine Einsetzung von V, das = y, und B, das = x wäre, verzichtet.

Berechnung der Formel: Auf Grund des Verlaufs der empirisch ermittelten Kurve war zu erwarten, daß die Abhängigkeit des Vermehrungsfaktors V von Befallsdichte B durch die Funktion $y = a \cdot x^b$ genügend genau angenähert wird. Logarithmiert man die Gleichung und trägt in ein Ordinatensystem log x als Abzisse, log y als Ordinate ein, so können die Werte a und b direkt abgelesen werden. Dabei gibt b die Neigung der Geraden, log a (durch Logarithmieren wird aus $y = b \cdot x^b$ die Geradengleichung $\log y = \log a + b \log x$), den jeweiligen Abschnitt auf der Ordinate an.

[2]) Für die Berechnung der Gleichung gilt dasselbe, das bei der vorhergehenden gesagt wurde.

zulegen. Eine Zahl, die nach eigenen Beobachtungen für *curvidens* ausreichend ist, um auf einem neuen Baum Fuß fassen zu können. Da die bruthaltige Mantelfläche einer bis unten befallenen alten Tanne aber mehrere Quadratmeter beträgt, kann man sich vorstellen, welche Ausbreitungsfähigkeit in einer ausfliegenden Generation liegt. Praktisch können in jedem Fall alle überhaupt vorhandenen bruttauglichen Plätze besiedelt werden. Sind dies auf viele Bäume verteilte kleine Zonen, so kann schon nach einer Generation die Vernichtung unheimliche Zahlen annehmen.

Die Zahl der abgelegten Eier ist bei *curvidens*, verglichen mit anderen Arten, als hoch zu bezeichnen. Sie schwankt nach den oben gegebenen Zahlen zwischen 100 und 200 Stück. Durchschnittlich sind es etwa 130—140, je Weibchen.

b) Nachweis der Ausbreitungsfähigkeit

Treffen die im vorhergehenden berechneten Zahlen zu, so muß eine plötzliche stärkere Schwächung von Tannenbeständen zu einem für *curvidens* günstigen Zeitpunkt binnen weniger Wochen ein Anwachsen seiner Population auf ein Vielfaches zustande bringen. Eine derartige Schwächung zu einem für die Käfer günstigen Zeitpunkt stellte die abnorme Trockenheit des Sommers 1947 sehr wahrscheinlich dar. Es ist schwierig, für einen schnellen Anstieg einer Insektenpopulation nachträglich noch genaue Unterlagen beizubringen. Einen Anhaltspunkt böte die Menge des anfallenden Käferholzes in den einzelnen Gebieten. Doch führen die bayrischen Forstämter in ihren Meldungen für gewöhnlich keine Trennung des eingeschlagenen Holzes nach den verschiedenen Schadfaktoren durch. Käferholz, Windwurfholz und durch andere Schäden angefallenes Holz werden statistisch zusammengefaßt. Infolgedessen führt der Weg über die Akten der Forstämter im allgemeinen nicht zum Ziel.

Im Forstamt Schorndorf waren jedoch durch den Forstmeister mehr aus privatem Interesse die Zahlen schon für das Wirtschaftsjahr 1946/47 getrennt aufgenommen worden und konnten somit denen von Oktober 1947 bis Juli 1948 gegenübergestellt werden. Für die drei im Forstamt Schorndorf vorhandenen Tannenreviere ergaben sich dabei die Zahlen:

Wirtschaftsjahr 1946/47 1. Okt. 1946 bis 30. Sept. 1947	Die ersten 10 Monate vom Wirtschaftsjahr 1947/48 1. Okt. 1947 bis 31. Juli 1948
331 fm Plüderhausen Süd	3 354 fm
193 fm Plüderhausen Nord	1 922 fm
38 fm Eulenhof	669 fm

Bei den beiden ersten Revieren liegt eine zehnfache, beim letzten eine zwanzigfache Steigerung gegenüber dem Vorjahr in einem Zeitraum von 10 Monaten vor. Dabei ist zu beachten, daß seitens des Forstamtes bereits im Jahre 1947 eine intensive Bekämpfung einsetzte, die im Juli 1948 im wesentlichen abgeschlossen war, und das im Revier Plüder-

hausen Süd, nach eigner Kenntnis der Lage 60—70 % des angefallenen Holzes bereits im Herbst und Frühwinter 1947 eingeschlagen werden mußte. Im übrigen steht die laufend durchgeführte sorgfältige Entfernung des vorhandenen Käferholzes während des Wirtschaftsjahres 1946/47 für das Forstamt Schorndorf außer Zweifel.

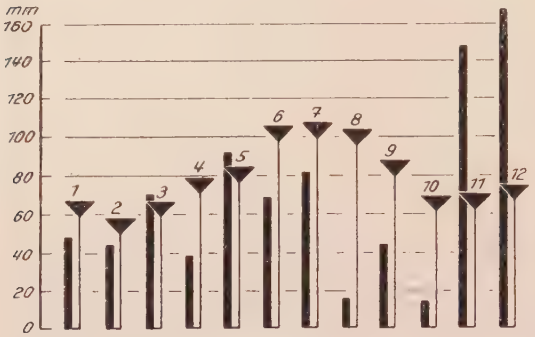

Abb. 25. Niederschlagsmengen in der Station Adelberg, 465 m M.-Höhe, *curvidens*-Befallsgebiet bei Schorndorf, Württemberg. ▼ Langjähriges Mittel, ▮ 1947

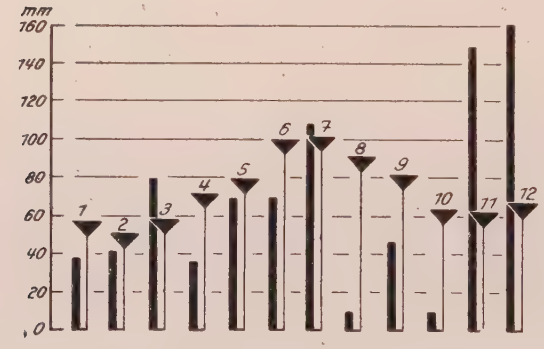

Abb. 26. Niederschlagsmengen in der Station Schorndorf, 255 m M.-Höhe, *curvidens*-Befallsgebiet bei Schorndorf, Württemberg. ▼ Langjähriges Mittel, ▮ 1947

Die Zahlen zeigen eindeutig, daß *curvidens*-Kalamitäten bei plötzlicher starker Schwächung der Tannenbestände explosionsartig auftreten können.

In den Abb. 24, 25 und 26 sind ein Klimatogramm und zwei Niederschlagstabellen des Jahres 1947, von den Stationen Reichenhall, Adelberg und Schorndorf, im Vergleich mit den langjährigen Mitteln dargestellt. Sie zeigen im August von August bis Oktober einen starken Rückgang der Niederschlagssummen. Dies fällt besonders für die Werte von Schorndorf auf.

Daß diese Abweichungen für die Tanne eine bedeutende Störung der Wasserversorgung darstellen, ist nach den früheren Ausführungen zu ihrer Physiologie ohne weiteres verständlich. Man kann daher diese geringen Niederschläge als das auslösende Moment der *curvidens*-Kalamitäten betrachten, wenn man die zeitliche Übereinstimmung des Ausbruchs mit der Trockenperiode in Betracht zieht. Von dieser Vorstellung wurde aber anfangs schon ausgegangen, nur fehlte bisher der Nachweis der Zusammenhänge.

4. Ursachen der Massenvermehrung

Nachdem die grundsätzlichen Fragen über die Ursachen geklärt sind, können der Verlauf der Gradation bei *curvidens* zusammenfallend dargestellt und die Bedeutung der Einzeleinflüsse verglichen werden.

Dabei ist von der vorhandenen Biozönose und den normalen Umweltbedingungen der Tanne auszugehen. Die Veränderungen der Umwelt, und

die verschiedenen Reaktionen der einzelnen Glieder der Biozönose auf diese, ergeben dann schließlich das auslösende Moment für die Gradation von *curvidens*. Von vorneherein muß hierbei ein Ursachenkomplex angenommen werden, der aus Faktoren wechselnder Größe besteht.

a) Zur Biozönose

Die Lebensgemeinschaft der Tanne umfaßt in Mitteleuropa eine größere Anzahl pflanzlicher und tierischer Arten, die sie alle in mehr oder minder großer Zahl schädigen.

Von pflanzlichen Schädlingen sind Tannenkrebs und Hallimasch[1]), die bei bestimmten physiologischen Störungen, durch ungünstige Böden gefördert, an erster Stelle zu nennen. Besonders dem Tannenkrebs (*Fungi imperfecti, Accidium* A. et S.) dürfte gewisse Bedeutung als Schrittmacher für *curvidens* zukommen, da bereits bekannt ist, daß bei Lärchenkrebs eine erhebliche Minderung des osmotischen Wertes in der Rinde eintritt, was Erfrierungen größeren Ausmaßes zur Folge haben kann. Handelt es sich beim Lärchenkrebs auch um einen ganz anderen Pilz, so ist doch anzunehmen, daß auch jener der Rinde Nährstoffe entzieht, womit stets eine Herabsetzung der osmotischen Werte verbunden ist.

Weit höher können bestimmte Insektenarten als Wegbereiter von *curvidens* veranschlagt werden. Die größte Bedeutung haben dabei nicht die Primärschädlinge, wie *Caocoecia murinana* oder *Semasia rufimitrana*, sondern die eigentlich zu den sekundären Schädlingen gerechneten Ipiden, *Cryphalus picae* Rtzbg. und die beiden kleineren *Pityokteines*-Arten *vorontzowi* und *spinidens*. Wie Braun (6) gezeigt hat, verursacht der mit seinem Brutfraß stark sekundär auftretende *Cr. piceae* durch seinen primären Überwinterungsfraß in den Ästen schwere pathologische Veränderungen in der Rinde und dem Splint. Das hat eine erhebliche Störung des Saftstromes und damit Minderung des osmotischen Wertes der Rinde zur Folge. Reicht die Senkung des osmotischen Wertes noch nicht für *curvidens* aus, da nur die Äste betroffen werden, so bietet sie für die beiden kleinen Arten oft ausreichende Brutbedingungen. Diese schaffen dann durch völlige Abriegelung des absteigenden Saftstromes schnell die für *curvidens* nötigen Voraussetzungen. Im geringeren Grade kann auch *curvidens* durch seinen Überwinterungsfraß zur Bruttauglichkeit der Tanne beitragen.

Obwohl das Zusammenwirken aller Kräfte der Biozönose in einer Richtung schon die Voraussetzungen für einen *curvidens*-Angriff bilden kann und vereinzelt auch bildet, so bleiben ungünstige klimatische Einflüsse doch die entscheidenden Ursachen. Die eben beschriebenen Insekten haben insofern große Bedeutung, als sie die Tanne für ungünstige

[1]) Beobachtungen in den letzten Jahren seitens der forstlichen Praxis sollen für Hallimasch an Fichte gezeigt haben, daß Bäume, die von diesem befallen sind, selten von *typographus* angegriffen werden. An Tanne konnten derartige Beobachtungen bisher nicht gemacht werden.

Witterungseinflüsse empfindlicher machen und bereits geringere Schwankungen zum Negativen ausreichen, um *curvidens* den Weg zu bereiten.

Die Möglichkeit, daß bei ungünstigen Verhältnissen erst die kleinen Arten längere Zeit im Baume leben und nach genügender „Vorbereitung" auch *curvidens* angreifen kann, der dann ebenfalls lange braucht, bis er den ganzen Stamm befällt, erklärt die von RATZEBURG (25) zweifelnd referierte Angabe älterer Beobachter, daß *curvidens* bis zu einem Jahr und länger benötigen kann, um einen Baum zu töten.

b) Ursachen des Ausbruchs von Kalamitäten bei *curvidens*

In der Abb. 27 sind die Faktoren, die auf die Population von *curvidens* einwirken können, schematisch in ihrer wechselnden Wirkung dargestellt. Es bedeuten dabei P die Population von *curvidens,* N die Nahrung und W die Witterungseinflüsse. A_1 sind die anderen Arten der Tannenbiozönose, soweit sie die Tanne schädigen, A_2 andere Insektenarten, bei denen sich Räuber auch halten können, die somit als „Zwischenwirte" eine gewisse Rolle spielen. R = räuberisch bei *curvidens* lebende Insekten, S = parasitisch bei *curvidens* lebende Arten und K = Krankheiten von *curvidens,* die aber bisher nicht mit Sicherheit zu ermitteln waren. Ganz weiter Ring um den betreffenden Faktor bedeutet: Nur gradationsfördernd, schwarz-weißer Ring: je nach Art des Einflusses fördernd oder hemmend. Die Pfeile geben die Richtung der Wirkungen, die Stärke des Pfeiles die Bedeutung des Einflusses an. Ebenso wurde durch die wechselnde Größe in der Darstellung der einzelnen Faktoren ihre Bedeutung gekennzeichnet. — Das Schema zeigt ohne weiteres die überragende Bedeutung der Nahrung für die Größe der Population. Die Wirtspflanze ist vor allem vom Witterungsverlauf, im etwas geringeren Umfang von anderen Insekten der Tannenbiozönose abhängig. Alle anderen Einflüsse treten hinter diesen weitgehend zurück.

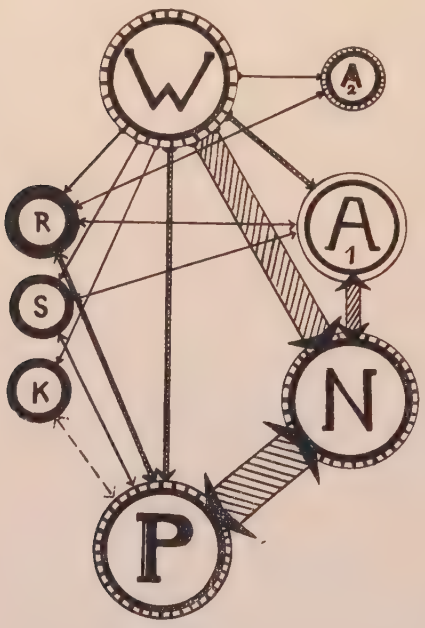

Abb. 27. Beeinflussung der Population von *Pit. curvidens* Germ. durch die Umwelt. (Erklärungen siehe Text)

Die Auslösung einer Kalamität bei *curvidens* erfolgt durch erhöhtes Nahrungsangebot, das durch ungünstige Witterungseinflüsse und die vorbereitende Arbeit anderer Insektenarten verursacht wird.

5. Zur Vorhersage einer Kalamität

Hierbei muß zunächst der Zweck der Prognose festgelegt sein. Es soll unterschieden werden zwischen einer Prognose für ein bestimmtes kleines Revier und der, die für ein größeres Anbaugebiet der Tanne Gültigkeit hat. Im ersteren Fall handelt es sich um die Anpassung der laufenden Bekämpfungsmaßnahmen an die Schwankungen der Population, während im zweiten Fall an eine Vorhersage schwerer Kalamitäten, die Großbekämpfung erfordern, zu denken wäre.

Zur Durchführung laufender Bekämpfungsmaßnahmen ist durch Kontrollfangbäume eine genügend sichere Vorhersage möglich. Im einzelnen wird darauf bei den Bekämpfungsmaßnahmen eingegangen werden.

Anders ist es bei der Prognose für größere Gebiete. Die hier angestrebte Vorhersage schwerer Kalamitäten stößt auf Schwierigkeiten. Die Methode der Kontrollfangbäume wird kaum ausreichen, um rechtzeitig die Gefahr zu erkennen, da das Einleiten von Großbekämpfungen eine gewisse Zeit in Anspruch nimmt. Daher müßte grundsätzlich anders vorgegangen werden. Man dürfte nicht die in der Käferpopulation wirklich auftretenden Vermehrungen beobachten, sondern müßte versuchen, die auslösenden Faktoren der Gradation rechtzeitig als solche zu erkennen. Die Größe dieser Faktoren ist aber, wie gezeigt wurde, für jeden Tannenstandort anders. Etwas wird die Bestimmung jedoch wieder erleichtert, da für Großkalamitäten nur die Witterungseinflüsse als auslösend angesehen werden brauchen. Gelingt es also die einzelnen Standorte zu typisieren (der mögliche Weg wären pflanzensoziologische Untersuchungen an Stellen häufiger Massenvermehrungen) und für jeden Standortstypus eine bestimmte minimal benötigte Klimaschwankung zu ermitteln, so könnte eine Prognose auf Grund der Witterungsdiagramme aufgestellt werden.

Der Vergleich der Klimatogramme von den einzelnen Jahren, in denen Gradationen auftraten, gegen die langjährigen Mittel, könnte einen Grenzwert der klimatischen Schwankungen zeigen, jenseits dessen regelmäßig Ausbruch von Massenvermehrungen zu erwarten ist. Dieser Grenzwert würde natürlich für jeden Standortstypus anders sein.

Eine interessante Beobachtung, die einen anderen Weg der Standortstypisierung zeigt, konnte im Befallsgebiet bei Waldmünchen gemacht werden. An dem heißen Südhang wurde das Vorkommen der Orthoptere *Tetrix bipunctatum* L., festgestellt. Die Art ist als Faunenelement nordisch-alpin und typisch für sehr trockne Stellen in montanen und alpinen Gebieten. Eine Stelle, an der *Tetrix bipunctatum* L. vorkommt, kann niemals ein geeigneter Tannenstandort sein[1]). Auf dem Wege über die tierische Biozönose des Standortes könnte also vielleicht ebenfalls eine Typisierung vorgenommen werden.

Es bleibt abzuwarten, wieweit sich diese Wege als gangbar erweisen. Außer Frage dürfte aber stehen, daß durch eine Fest-

[1]) Laut freundlicher Mitteilung von Dr. FISCHER, Augsburg.

legung der dauernd als gefährdet anzusehenden Tannenanbaugebiete und eine rechtzeitige Erkennung möglicher Massenvermehrungen, die Bekämpfung wesentlich erleichtert würde, da die meisten Großschäden der auf die Trockenperiode des Jahres 1947 gefolgten Gradationen erst im Frühsommer 1948 ihren Höhepunkt hatten, obwohl die Auslösung bestimmt bereits 1947 erfolgt war. Seit dieser Zeit wurde *curvidens* zwar bekämpft, aber nicht systematisch gegen weitere Ausbreitung vorgegangen, da der wirkliche Umfang der Übervermehrung von den einzelnen Forstämtern erst viel zu spät erkannt worden war.

Die theoretische Möglichkeit, ausreichende Prognosen für den Ausbruch von Massenvermehrungen bei *curvidens* zu stellen, ist also gegeben. Die praktische Durchführung war bisher nur für kleinere Bezirke durch Beobachtung der Populationsbewegungen möglich.

F. Wirtschaftliche Bedeutung und Bekämpfung

1. Wirtschaftliche Bedeutung

Zur Klärung der wirtschaftlichen Bedeutung eines Tieres muß zunächst festgestellt werden, wo dieses in das Wirtschaftsgefüge eingreift. Dabei ist scharf zu trennen zwischen den direkten Schäden, die die betreffende Art anrichtet, und dem indirekten Schaden ihres Auftretens, der meist viel erheblicher ist, als erstere. Die Kenntnis dieser Beziehungen wird vor allem wichtig, wenn man die Rentabilität einer Bekämpfung ermitteln muß, deren Kosten selten allein auf Grund des verursachten direkten Schadens tragbar erscheinen. Unter diesen Voraussetzungen soll hier die Betrachtung von *P. curvidens* erfolgen, wobei darauf hingewiesen sei, daß, wie oben ausgeführt, *curvidens* das letzte Glied einer langen Kette ist. Wir untersuchten also genau genommen die wirtschaftliche Bedeutung der umweltbedingten Voraussetzungen für seine Massenvermehrungen.

Der direkte Schaden von *curvidens* ist nicht allzu groß. Eine Entwertung des Holzes tritt nicht ein, höchstens der vorzeitige Abtrieb noch nicht schlagreifer Hölzer kann sich ertragsmindernd auswirken. Da jedoch die meisten von *curvidens* befallenen Stämme zur Mittelklasse gehören, dürfen dadurch kaum wesentliche Verluste entstehen. Eine gewisse finanzielle Mehrbelastung tritt bei den Forstämtern durch den Zwang zur Stoßarbeit bei plötzlich auftretenden Kalamitäten ein. Doch kann man diese Kosten auch zu den indirekten Schäden rechnen, die als Folge von Massenvermehrungen entstehen.

Die indirekte Wirkung einer *curvidens*-Gradation besteht in den umfangreichen Folgeschäden und dem über lange Zeiträume weitergehenden Kränkeln des gesamten Bestandes, auch wenn der wirklich durch Fraß vernichtete Prozentsatz nicht besonders hoch ist. Das schleichende vorzeitige Sterben eines Bestandes bringt tiefgreifende, waldbaulich be-

deutsame Veränderungen mit sich. Diese können, wenn strukturelle Veränderungen im Boden eintreten, endgültige sein. Da die Tanne als Tiefwurzler besonders im Mischwald für den Wasserhaushalt große Bedeutung besitzt, besteht, um bloß ein Beispiel zu nehmen, die Gefahr der Verkarstung.

Bereits ein Jahr nach Beginn der Kalamität konnte ich im Schadgebiet des Forstamtes Waldmünchen derartige Veränderungen beobachten. Dort hatte die Gradation in einem Tannen-Buchen-Mischwald stattgefunden, der auf flachgründigem Boden an einem Südhang stockte. Im Herbst und Winter hatten in einigen Teilen dieses Waldgebietes die Tannen gänzlich herausgehauen werden müssen. Die Folge war ein starkes Zunehmen der Sonneneinstrahlung, die bereits im nächsten Frühjahr eine Vermehrung der Trockenschäle bei Buchen bewirkte. Es ist zu erwarten, daß auch die Buchen nach einigen Jahren zu sterben beginnen, da die erhöhte Einstrahlung, bei gleichzeitig verschlechterter Wasserversorgung, es ausgeschlossen erscheinen läßt, daß die alten Buchen sich diesen veränderten Verhältnissen ohne schwerwiegende physiologische Störungen anpassen können. Sollten die Buchen tatsächlich auch noch ausfallen, so ist ein Aufhalten der Verkarstung kaum mehr möglich. Damit wäre diese Fläche als für die Forstwirtschaft verloren anzusehen.

Ein weiteres Beispiel gab die Wirkung stärkerer Stürme des Sommers 1948 im Remstal östlich Stuttgart. Dort waren mehrfach *curvidens*-Schadstellen, die als Streubefall über den gesamten Bestand der betroffenen Reviere gingen. Meist waren keine größeren Kahlschläge entstanden. Nach einem schweren Unwetter (am 22. Juli 1948) traten in der ganzen Gegend große Windbrüche auf. Diese häuften sich überall besonders dort, wo Fällungen den Bestandsschluß aufgehoben hatten. Man konnte geradezu von einem proportionalen Verhältnis zwischen Windbruchschäden und vorangegangenem Käferbefall sprechen. Die Abb. 31 zeigt einen Bestand auf den Höhen südlich der Rems bei Plüderhausen, der langsam völlig verlorengeht, da ihm die Einwirkungen des Klimas laufend weiter schädigen. Der ursprüngliche Anfall am Käferholz war gar nicht besonders hoch gewesen. Es ist das traurige Bild eines sterbenden Waldes.

Besonders der für *curvidens* so typische Streubefall ist es, der den Forstmann oft dazu verführt, seine Wirkung zu unterschätzen. Auf lange Sicht gesehen steht *curvidens* den anderen, z. B. *Ips typographus*, kaum nach.

Mit den gegebenen Beispielen dürfte die wirtschaftliche Bedeutung von *curvidens* gezeigt sein. Für die forstliche Praxis hätte daher eine Möglichkeit, diesen negativen Faktor des Waldbaues auf lange Sicht zu kennen und festzulegen, erheblichen Wert. Auf Möglichkeiten dazu wurde oben hingewiesen.

2. Erkennen des Befalls im stehenden Bestand

Rechtzeitige Erkennung des Befalls im Bestand hat für die *curvidens*-Bekämpfung größte Bedeutung, da nur in den frühen Entwicklungsstufen mit mechanischer Bekämpfung allein, die leichter und billiger ist, ein durchschlagender Erfolg erzielt werden kann.

Vorteilhaft ist es, sich mit Hilfe von Kontrollfangbäumen ein ungefähres Bild der Größe und Ausdehnung des Käfervorkommens zu verschaffen. Dann wird, an den Hauptgefahrstellen beginnend, der ganze Bestand systematisch auf stehenden Befall durchgekämmt.

Die Kontrollfangbäume müssen besonders sorgfältig nach dem Verfahren der Fangbaummethode gelegt werden, da hier bei einzelnen Bäumen ein methodischer Fehler besonders schwerwiegende Folgen hat. Ebenso ist sorgfältige Beobachtung Voraussetzung für erfolgreiche Anwendung mit sicheren Ergebnissen.

Das Verfahren selber ist das in der Praxis in ähnlicher Form schon mehrfach angewandte. Es sei im folgenden kurz dargestellt:

Die in geringen Mengen an mehreren Stellen verteilt liegenden Bäume werden als Kontrollstämme regelmäßig auf Anflug untersucht. Sowie dieser deutlich zunimmt, muß die Zahl der Fangbäume rasch erhöht werden. Hält der stärkere Anflug weiter an, soll sofort mit verschärften Bestandskontrollen und der Vorbereitung von Bekämpfungsmaßnahmen begonnen werden. Es sei darauf hingewiesen, daß unabhängig von den Kontrollbäumen noch eine mehr oder weniger große Zahl von Fangbäumen im Revier lagern können und sollen, je nach Größe des bisher aufgetretenen Befalls. Die Kontrolle selber sollte aber nur an wenigen Stämmen sehr sorgfältig durchgeführt werden. Bei zu großer Zahl laufend zu kontrollierender Stämme läßt die Sorgfalt leicht nach.

Selbst bei reichlicher Fangbaumlegung kann die Ausbreitung von *curvidens* nicht ganz verhindert werden, da er im großen Umkreis schwärmt, auch wenn in der Nähe genügend Brutmaterial vorhanden wäre. Deshalb muß auf jeden Fall eine sorgfältige Kontrolle auf stehenden Befall erfolgen, wenn erhöhter Anflug an den Kontrollbäumen ein Zunehmen der schwärmenden Käfer anzeigt.

Der stehende Befall ist am sichersten am Rotwerden der Wasserreiser zu erkennen.

Besteht bei einem Baum Verdacht auf Befall, so muß dieser sofort gefällt und aufgearbeitet werden. Je eher die Fällung erfolgt, um so leichter ist die Vernichtung der Brut.

Bemerkt sei hier nochmal, daß die mit Harz betropften Stämme nicht mit Brutfraß befallen zu sein brauchen, dieser zeigt nie Harztropfen. Daher müssen diese Stämme auch nicht unbedingt gefällt werden. Wohl aber sollten sie einer verschärften Kontrolle unterworfen sein, da sie besonders gefährdet sind.

3. Zur chemischen Bekämpfung

Wie mehrfach erwähnt, reicht bei *curvidens* die übliche Borkenbekämpfung nicht aus, da die in den Splint eingebohrten Larven nicht mehr gefaßt werden können.

Zur Bekämpfung dieser in den Splint eingebohrten Larven sind die verschiedensten Verfahren vorgeschlagen worden. Doch hatte bisher keine der angegebenen Methoden ein befriedigendes Ergebnis aufzuweisen, oder war in der Praxis im großen anwendbar. Die meisten Versuche zielten darauf ab, den Tieren mit Hitzewirkung beizukommen. Anräuchern, Ankohlen und intensive Sonnenbestrahlung wurden vor allem vorgeschlagen [1]).

Das Anräuchern ist in der Praxis nur bei Meterstücken durchführbar. Auch dann ist es wegen seiner Brandgefährlichkeit nur bedingt zu empfehlen.

Abb. 28. Stammstück einer Tanne mit zahlreichen Ausfluglöchern von *Pit. curvidens* Germ. (Verkleinert)

Besonnung brachte zwar einige Teilerfolge, doch zeigte sorgfältige Prüfung, daß der Prozentsatz der Abtötung nur bei senkrechter Sonneneinstrahlung groß war. Die Flächen, die schräg von der Sonne getroffen wurden, wiesen nur ganz mangelhafte Abtötung auf. Dazu kommt aber noch, daß das Holz durch Reißen stark entwertet wird. Von Holzfachleuten wurde hierbei von einer Wertminderung bis zu 20 % gesprochen.

Die beiden genannten Methoden kommen so für die Praxis kaum in Betracht. Daher wurde von Anfang an das größte Gewicht auf Versuche zur Schließung dieser Lücke in der Bekämpfung gelegt.

Es lag nahe, die neuen Kontaktinsekticide auf ihre eventuelle Wirksamkeit gegen die im Splint eingebohrten Larven zu prüfen. Im Forstamt Schorndorf wurden dazu im größeren Maßstab Freilandsversuche angesetzt. Zur Prüfung der Giftwirkung unter optimalen Bedingungen

[1]) Besonders Cecconi (8) und Barbey (1) empfehlen diese Methoden. Barbey betont vor allem das Ankohlen („carboniser la peripherie du tronc").

Abb. 29. Stammstück von Tanne mit *curvidens*-Befall. Die Behandlung mit E 605 f hat die Puppen getötet, es sind keine Ausfluglöcher zu sehen. (Gleich Stamm wie Abb. 28, zum gleichen Zeitpunkt aufgenommen.) (Verkleinert)

liefen mit den Freilandversuchen ähnliche Laborversuche parallel (hierzu auch RIEMSCHNEIDER [29]).

Geprüft wurde aus der DDT-Gruppe: Gesarol und Gesapon. Von der Cylo-Hexan-Gruppe: Nexen, Viton-Emulsion und Viton-Spritzmittel und von der E-Gruppe: E 605 f.

In Tabelle 11 sind die Abtötungswirkungen nach einer tropfnassen Spritzung unter den üblichen Bedingungen der praktischen Anwendung zusammengestellt. Gespritzt wurden Stämme, die einige Tage vorher entrindet worden waren. Es war für die Wirkung der Gifte von Bedeutung, ob sofort nach dem Entrinden oder erst nach leichtem Austrocknen der Stämme gespritzt wurde. Im letzteren Fall konnten durchweg bessere Ergebnisse erzielt werden.

Tabelle 11

Die Wirkung verschiedener Kontaktinsekticide auf die in den Splint eingebohrten Larven und Puppen von *P. curvidens*

Spalte 1 stellt die Mittelwerte von je zehn Kontrollen an sechs getrennten Versuchsreihen, Spalte 2 das Mittel der Optima jeder Versuchsreihe dar. Der mittlere Fehler wurde für Spalte 1 mit 3 %, für Spalte 2 mit 8 % errechnet.

Gift	Konzentration %	Abtötung	
		Durchschnitt %	Optimum %
E 605 f	0,5	95	über 95
E 605 f	0,2	85	90
Gesapon	2	40	50
Gesarol (Spritzmittel) mit 5 % Wirkstoffgehalt	5	65	70
Nexen (Emulsion)	2	70	80
Viton (Emulsion)	1	65	75
Viton (Spritzmittel)	5	75	85
Kontrolle (unbesonnt)	—	10—15	—
Kontrolle (besonnt)	—	bis zu 40—50	—

Die aufgeführten Werte der ersten Spalte sind Mittelwerte aus sechs Versuchsreihen (mit je 10 Kontrollen), mit verschieden gelagerten Stammstücken. Da feststellbare Unterschiede an den verschiedenen Lagerungsorten, mit Ausnahme der in praller Sonne, nicht beobachtet werden konnten, wird auf die Wiedergabe von verschiedenen Lagerungsorten, mit lere Fehler für die Werte der ersten Spalte wurde auf + 3 % berechnet. — Die zweite Spalte stellt das Mittel der jeweiligen optimalen Werte in den einzelnen Versuchsreihen dar. Die mittlere Streuung wurde hier auf ± 8 bis 10 % bestimmt. Die hauptsächlichste Fehlerquelle (senkrechte Sonneneinstrahlung) wurde durch Lagerung sämtlicher Versuchsstücke im geschlossenen Bestand und auf Nordseiten vermieden.

Abb. 30. Stammstück einer Tanne mit *curvidens*-Befall. Spritzung mit Rohkarbolineum hat fast sämtliche eingebohrten Larven getötet. (Verkleinert)

Die Tabelle zeigt, daß nur E 605 f in der starken Konzentration von 0,5 % (bei Blattläusen 0,01 %) eine den Anforderungen genügende Wirkung hat (vgl. Abb. 28 und 29). Schon die schwächere Konzentration von 0,2 % zeigt ein Nachlassen in der Wirksamkeit. Alle anderen Mittel bleiben hinter einer brauchbaren Mindestwirkung, zum Teil sogar weit zurück.

Die Wirkung von E 605 f muß als ein Erfolg der chemischen Durchdringung angesehen werden, da die Eindringfähigkeit von Wasser in den Bohrmehlpfropfen sehr gering ist. Da aber alle anderen Gifte eine sehr viel schwächere oder gar keine Ätzwirkung haben, ist ihre geringere Wirkung verständlich.

Die schlechte Eindringfähigkeit von Wasser dürfte auf die Schutzimprägnierung des vorderen Teils von Bohrmehlpfropfen zurückzuführen sein. Auf diese Schutzschicht ist auch das unzureichende Ergebnis der diesbezüglichen Versuche von SCHNEIDER-ORELLI (35) zurückzuführen [1]).

[1]) Anm. in der Korrektur: Inzwischen ist von SCHNEIDER-ORELLI eine erfolgreiche Bekämpfung mit Mineralpräparaten auf Kontaktbasis erzielt und Anfang 1949 (l. c.) veröffentlicht worden.

E 605f ist auch in der Geschwindigkeit der Wirkung das weitaus günstigste der erprobten Kontaktinsekticide. Nach einem Zeitraum, in dem bei anderen Mitteln noch keine Wirkung gefunden wurde, waren die Larven und Puppen im Holz der mit E 605 f behandelten Stämme bereits tot und schwarz verfärbt. Die dazu nötige Zeitspanne schwankte sehr stark, proportional der Lufttemperatur. Bei Tägestemperaturen von + 3° bis 4° im Mittel (Februar bis März) dauerte sie drei bis vier Wochen. Im Juni, bei einem Tagesmittel von + 18°, waren die gleichen Erfolge bereits nach fünf Tagen festzustellen.

Die im Frühjahr 1948 bestehenden Beschaffungsschwierigkeiten für E 605 f im Großeinsatz zwangen dazu, nach anderen Mitteln zu suchen, mit denen ähnliche Wirkung erzielt werden konnte. Dabei wurden unter anderem auch Versuche mit Holzschutzmitteln auf Karbolineumbasis angesetzt. Das überraschende Ergebnis war, bei sorgfältiger Anwendung, eine 100prozent. Wirkung von Rohkarbolineum (siehe dazu Abb. 30). Verschiedene in Wasser emulgierte Obstbaumkarbolineumarten hatten dagegen keine ausreichende Wirkung.

Rohkarbolineum, das nur unverdünnt verwendet werden konnte, da es sich mit Wasser nicht mischt, erwies sich in der Bekämpfung trotz dieser Schwierigkeit als wirtschaftlich brauchbar. Bei mindestens gleicher Wirkung lagen die Kosten einer *curvidens*-Bekämpfung mit diesem Mittel noch erheblich unter den Kosten einer Anwendung von E 605 f.

In den mit Rohkarbolineum behandelten Stämmen starben die Larven einige Tage nach der Behandlung oder die schlüpfenden Jungkäfer verendeten bei dem Versuch, die Puppenwiege zu verlassen. Die gute Wir-

Abb. 31. Durch *curvidens*-Kalamität vernichteter Waldbestand auf den Höhen südlich der Rems, Württemberg. Im Vordergrund Windbruchstümpfe

kung muß dem raschen Diffundieren der leichtflüssigen aliphatischen Bestandteile des Rohkarbolineums durch den Verschluß der Einbohrgänge zugeschrieben werden. Darin ist auch die Überlegenheit über die Obstbaumkarbolineumpräparate zu suchen. Diese werden alle in Wasser emulgiert angewandt.

Ein weiterer Vorteil der Karbolineummethode ist der Schutz der Stämme gegen Befall von *Xyloterus lineatus* begründet. Derartig behandelte Stämme werden von diesem nicht mehr angenommen. Bei E 605 f ist eine Abwehr des Nutzholzborkenkäfers dagegen auf die Dauer nicht zu erwarten.

Mit der Ermittlung der Brauchbarkeit von E 605 f unter den Kontaktinsekticiden und der Feststellung der hervorragenden Wirkung von Rohkarbolineum als Bekämpfungsmittel der eingebohrten Larven, war auch diese Lücke in der *curvidens*-Bekämpfung geschlossen. Die Schwierigkeit einer *curvidens*-Kalamität liegt nicht in der Larvenbekämpfung, wenn diese in dem Splint eingebohrt sind, sondern nur noch in der rechtzeitigen Erkennung des stehenden Befalls, die bei genügender Sorgfalt erreichbar ist.

Damit ist es jetzt möglich, eine *curvidens*-Kalamität in kürzester Frist zum Stehen zu bringen und meist bald ganz zu bereinigen.

4. Praktische Bekämpfungsmaßnahmen

a) Fangbäume

Als erste Maßnahme beim Zunehmen des Käferbefalls wurde oben bereits Erhöhung der Fangbaumzahl genannt. Hierbei können wenige sorgfältig gelegte Fangbäume erheblich höhere Wirkung erzielen, als viele schematische Fällungen, die bei *curvidens* kaum Erfolg haben.

Die Fangbäume sollen an mehreren Stellen im Revier verteilt und in größerer Anzahl beieinander gefällt werden. Von einer gleichmäßigen Verteilung im Revier muß abgeraten werden, da die Gefahr der weiteren Ausbreitung damit verbunden sein kann. Versuche haben gezeigt, daß die Anflugdichte bei verteilt gelegten Fangbäumen nicht von der, bei an einer Stelle zusammenliegenden Stämmen zu unterscheiden ist. Das Legen von Fangbaumgürteln hat bei *curvidens* wenig Erfolg, falls man damit das Vordringen der Käfer in einer Richtung verhindern will.

Beim Herrichten des Fangbaumes ist vor allem darauf zu achten, daß dieser nicht der prallen Sonne ausgesetzt ist, und daß er entastet wird. Die Käfer sind sehr wählerisch im Anflug und nehmen, bei geringen Abweichungen von ihren Gewohnheiten, das Fangmaterial nicht mehr an. Ist Sonneneinwirkung nicht zu vermeiden, so kann teilweise Abhilfe geschaffen werden, durch Abdecken der Bäume mit dem anfallenden Reisig. Auf diese Weise läßt sich ein brauchbarer Sonnenschutz erzielen.

Die ersten Fangbäume sollten Anfang März gefällt werden, damit sie bei Beginn der Schwärmzeit fängig sind. Danach ist laufend nachzufällen, entsprechend dem Auftreten von Befall an den Stämmen. Ende

Juni ist die Zahl der Fangbäume auf alle Fälle zu erhöhen, da im Juli stets mit erhöhtem Anflug zu rechnen ist, sobald die neue Generation des Jahres ausfliegt. Die letzten Fangbäume sollten unbedingt bis Oktober liegenbleiben, da auf diese Weise noch ein Teil der überwinternden Käfer abgefangen wird.

Als günstig hat sich die chemische Präparation der Fangbäume mit einem Kontakinsekticid gezeigt. Es sei hier auf die ausführlichen Versuche von FRANZ (12), mit *typographus,* verwiesen, deren Ergebnisse bezüglich der Erhöhung der Fängigkeit von Fangbäumen auch für *curvidens* gelten, wie besondere eigene Versuche ergaben. Auf keinen Fall dürfen natürlich die Kontrollfangbäume begiftet werden, da sonst die Ergebnisse ein völlig falsches Bild erzeugen würden.

Von größter Wichtigkeit ist die Niederhaltung von *Cr. piceae* und *Pityokteines spinidens* und *vorontzowi* in den Tannenrevieren. Auf die Bedeutung dieser Arten für die Entstehung von *curvidens*-Kalamitäten wurde bereits hingewiesen. Da alle drei, besonders aber *Cr. picae,* leicht in jedes Fangmaterial gehen, sollten stets schwächere Fangbäume und Äste in genügender Zahl im Walde lagern. Diese müssen dann aber auch regelmäßig kontrolliert und, wenn befallen, vernichtet werden.

b) Bekämpfung des Befalls.

Sind befallsverdächtige Stämme gefällt — und werden entrindet, so erkennt man bereits an der Rinde die Teile des Stammes, an denen Splintholzbefall vorliegt. Überall dort, wo in der Rinde Spuren von weißem Bohrmehl zu finden sind (Abb. 8), haben sich die Larven bereits in den Splint eingebohrt. Hier muß der entrindete Stamm mit einem der genannten chemischen Mittel behandelt werden.

Dort wo keine Spuren von weißem Bohrmehl zu finden sind, reicht Entrindung aus. Doch muß die Rinde zur Vernichtung der Käfer noch mit einem Stäubemittel behandelt werden, oder ist zu verbrennen. Zum Einstäuben sind Mittel der Gemma-Hexan-Gruppe besonders zu empfehlen, da diese sehr rasch wirken und außerdem Gaswirkung in den Boden möglich ist, der etwa dorthin entkommende Käfer erliegen. Die Anwendung von Tüchern, über die entrindet wird, ist zwar als die sicherste Methode anzusehen, doch konnte sie infolge der zeitbedingten Beschaffungsschwierigkeiten vielfach nicht angewandt werden.

In den meisten Fällen zeigt der Stamm nicht von oben bis unten Splintholzbefall, sondern nur ein Teil seiner Krone. Da auch nur dieser Teil gespritzt werden braucht, wird je Stamm meist nur eine geringere Menge Gift benötigt. An gänzlich befallenen Stämmen ist die notwendige Giftmenge je Festmeter bei Rohkarbolineum auf 10—12 l, bei wäßrigen Lösungen auf 12—15 l berechnet worden [1]).

[1]) Die starken Währungsschwankungen während des Sommers 1948 ermöglichten leider keine genaue Berechnung der absoluten Bekämpfungskosten für die einzelnen Mittel. Die billigste Bekämpfung blieb die Rohkarbolineummethode. Sie betrug im Durchschnitt etwa 6—10 % des Verkaufswertes von Tannennutzholz.

Wichtig ist die Überprüfung der Äste auf Befall durch die kleineren Arten. Sämtliches Astmaterial, das diesen zeigt, muß schnellstens verbrannt werden.

Sehr zu empfehlen ist das Entrinden der Stöcke, da mehrfach auch in diesen noch Brut gefunden wurde. Außerdem sichert man sich dadurch vor dem Zunehmen der *Hylobius*-Population, deren Gefährlichkeit bei der Wiederaufforstung bekannt ist.

G. Zusammenfassung

a) Die Umweltbedingungen einiger Tannengebiete, in denen *curvidens*-Kalamitäten auftraten, sind kurz dargestellt.

b) Die geographische Verbreitung der drei Arten von *Pityokteines* Fuchs wird zusammenfassend behandelt. Ihre Artunterschiede werden durch Bestimmungstabellen und Abbildungen wiedergegeben.

c) Entwicklung und Generationenfolge wurden eingehend untersucht. Es ergibt sich für *curvidens:*

Normalerweise erscheinen zwei Generationen im Jahr, deren Entwicklungsdauer weitgehend von Witterungseinflüssen abhängig ist und dementsprechend auch örtlich schwankt.

Eine größere Zahl von Nadelholzarten werden zum Brüten angenommen, wobei sich Unterschiede in Fraßbildform und einigen Brutgewohnheiten zeigten.

Die physiologische Wirkung des Fraßes auf die Wirtspflanze macht die Annahme seiner Giftwirkung wahrscheinlich.

Die Schwellenwerte für das Schwärmen, zwischen 11° und 18°, ergaben weitgehende Abhängigkeit von der Intensität der Sonneneinstrahlung. Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit konnte experimentell nicht nachgeprüft werden, doch ist sie auf Grund von Beobachtungen zu vermuten.

Die Larven von *curvidens* zeigen weitgehende Resistenz gegen Austrocknung des umgebenden Mediums. Trockenheitsgrade, die unter Freilandbedingungen kaum erreicht werden können, werden ohne Schaden ertragen.

Die in *curvidens*-Brutgängen festgestellten Mitbewohner — teils Räuber, teils für *curvidens* harmlose Kommensalen, teils Parasiten der Brut — werden in ihrer für den Gradationsablauf untergeordneten ökologischen Bedeutung gewürdigt.

d) Für die beiden kleineren Arten ergab sich:

Die meisten bionomischen und phänologischen Erscheinungen bei ihnen ähneln denen von *curvidens*.

Unterschiede bestehen in der Form der Brutbilder und im Bereich des besiedelten Stammes. Hier sind es Gipfel und Äste, während *curvidens* letztere nur ausnahmsweise befällt.

Die Widerstandsfähigkeit der *spinidens*-Larven gegen Austrocknung des umgebenden Mediums entsprach etwa jener der *curvidens*-Larven. *Vorontzowi* wurde darauf nicht speziell untersucht.

Räuber und Kommensalen aus den Brutgängen der kleineren Arten entsprechen meist jenen von *curvidens*, weniger dagegen die parasitären Mitbewohner.

e) Untersuchungen zur Massenvermehrung ergaben eine feste Beziehung zwischen den Veränderungen der osmotischen Werte in der Rinde und dem Angriff der Käfer. Durch Trockenheit geschwächte Tannen zeigten in der Rinde niedrigere osmotische Werte als gesunde Stämme. Sinkt der osmotische Wert, der am gesunden Stamm bei 10 bis 12 Atm. liegt, unter 7—8 Atm., so beginnt der Baum für *curvidens* bruttauglich zu werden. Im Brutbereich von *spinidens* und *vorontzowi* liegen am gesunden Baum die osmotischen Werte über 12 Atm. Der Schwellenwert dieser Arten liegt ungefähr bei 10 Atm.

Die für die Tanne tödliche Grenze bei Absinken der osmotischen Werte in der Rinde liegt um 4 Atm. Der Schwellenwert für Angriffe aller drei *Pityokteines*-Arten ist somit in einem Bereich gelegen, in dem sich der Baum noch erholen könnte.

Die „Kritische Schwächung" eines Baumes dürfte bei jeder Ipidenart artspezifisch sein.

Der Vermehrungskoeffizient ergab, daß *curvidens* unter Freilandbedingungen in der Lage ist, die gebotenen Brutmöglichkeiten voll auszunutzen.

Unter den Ursachen einer *curvidens*-Kalamität erwies sich die Witterung auf dem Weg über die Beeinflussung der Disposition der Tanne als entscheidend. Daneben haben noch die beiden kleineren Arten, *P. spinidens* und *P. vorontzowi*, sowie der kleine Tannenborkenkäfer *Cr. piceae* Rtzbg. eine gewisse Bedeutung.

Die vorliegenden Befunde ergeben Möglichkeiten zu Prognosen für größere Gebiete.

f) Die wirtschaftliche Bedeutung und Bekämpfung von *curvidens* wird zusammenfassend dargestellt.

Die in den Splint eingebohrten Larven und Puppen von *curvidens*, die den bisherigen Bekämpfungsverfahren größte Schwierigkeiten entgegenstellten, lassen sich durch Spritzen der entrindeten Stämme mit Rohkarbolineum praktisch zu 100 % abtöten. Dies Verfahren hat sich bereits im Großeinsatz bewährt und als wirtschaftlich gut tragbar erwiesen.

Schrifttum

In dieses Verzeichnis wurden nur die speziell für die Arbeit verwendeten Veröffentlichungen aufgenommen. Weitere nicht besonders zitierte Arbeiten sind bei ESCHERICH (9), KLEINE (17) und WALTER (42, 43) zu finden.

1. BARBEY, A., 1925. Traité d'Entomologie Forestiere. Paris 1925.
2. BARGMANN, 1897. Altes vom Fichtenborkenkäfer und Neues von den Tannenborkenkäfern. Mit besonderer Berücksichtigung des 1896 Tannenborkenkäferfraßes. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung S. 382 ff., 1897.
3. — — 1897. Ein neuer Tannenborkenkäfer. L. c. S. 195 ff., 1897.
4. — — 1898. *Ips* (*Tomicus*) *vorontzowi* sp. Jakobs. und *Ips.* (*Tomicus*) *heterodon* Wachtl. L. c. S. 123 ff., 1898.
5. BAUDISCH, FR., 1905. Über *Bostrichus curvidens* Germ. Zentralblatt für das gesamte Forstwesen S. 211, 284, 1905.
6. BRAUN, B., 1941. Der Überwinterungsfraß der Tannenborkenkäfer. Zeitschrift für angewandte Entomologie 28, S. 343 ff.
7. BREMER (1929). Grundsätzliches über den Massenwechsel von Insekten. Zeitschrift für angewandte Entomotogie Bd. **14**, S. 254 ff.
8. CECCONI, Q., 1924. Manuale di Entomologie Forestale. Padova.
9. ESCHERICH, K., 1923. Die Forstinsekten Mitteleuropas Bd. **2**. Berlin, Verlag Paul Parey.
10. FABER, E., 1901. Experimentaluntersuchungen über die Entstehung des Harzflusses bei Abieten. Inauguraldissertation der Universität Bern.
11. FRANZ, J., 1948. Neues zur Bekämpfung des Buchdruckers. Anzeiger für Schädlingskunde 21. Jahrg., Heft 1.
12. — — 1948. Ökologische Beobachtungen am Buchdrucker. Zoologische Jahrbücher Bd. **77**, Heft 6.
13. GEIGER, R., 1942. Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn.
14. JUDEICH-NITSCHE, 1895. Lehrbuch der mitteleuropäischen Forstinsektenkunde als 8. Auflage von RATZEBURG. Bd. **I**. Wien, Ed. Hölzl.
15. KANGAS, ESKO, 1934. Über entomologische Analyse und ihre Anwendung. Akta Forestalis Fennica 40.
16. KLEINE, R., 1913. Die geographische Verbreitung der Ipidengenera *orbis terrarum* (Col.). Berliner Entomologische Zeitschrift **LVIII**, 113.
17. — — 1939. Die Gesamtliteratur der Borkenkäfer (*Ipides* und *Platypodidae*). Stettin.
18. KRAEMER, G. D., 1948. Borkenkäfer an Douglasie. Anzeiger für Schädlingskunde 21. Jahrg., Heft 12.
19. — — (1949). Brutbaumdisposition und Borkenkäferbefall. Anzeiger für Schädlingskunde Heft 4, 1949.
20. MEUSEL, H., 1943. Vergleichende Arealkunde. Berlin.
21. NÜSSLIN, O., 1913. Leitfaden der Forstinsektenkunde. 2. Auflage. Berlin, Verlag Paul Parey.
22. NÜSSLIN-RHUMBLER, 1927. Forstinsektenkunde. 4. Auflage. Berlin, Verlag Paul Parey.
23. PÜTTER, A., 1929. Die Auswertung zahlenmäßiger Beobachtungen in der Biologie. Berlin, Walter de Gruyter.
24. RATZEBURG, I. T. G., 1837. Die Forstinsekten. Berlin, Nicolaische Buchhandlung.
25. — — 1868. Die Waldverderbnis Bd. **II**. Berlin, Nicolaische Buchhandlung.
26. Reichsamt für Wetterdienst, 1939. Klimakunde des deutschen Reiches.
27. REITTER, E., 1897. Über die nächsten Verwandten von *Ips* (*Tomicus*) *curvidens* Germ. Wiener Entomologische Zeitung S. 243 ff., 1897.

28. REITTER, E., 1908—1916. Fauna Germanica. Die Käfer des deutschen Reiches. Stuttgart, Verlag K. Lutz.
29. RIEMSCHNEIDER (1947). Zur Kenntnis der Kontaktinsekticide. 2. Beiheft zu die Pharmazie 1947.
30. SCHEIDTER, F., 1920. Die Lebensweise und Bekämpfung dreier Tannenfeinde, des Weißtannenrüßlers, des krummzähnigen und des kleinen Tannenborkenkäfers. München.
31. SCHIMITSCHEK, E., 1944. Die Forstinsekten der Türkei. Prag, Verlag Volk und Reich.
32. — — 1937. Schlüssel zur Bestimmung der wichtigsten forstlich schädlichen Käfer. Wien, Julius Springer.
33. — — 1941. Zusammenhänge zwischen Kulturmaßnahmen und Schädlingsauftreten. Mitteilungen der Hermann-Göring-Akademie der deutschen Forstwissenschaften 2. Jahrg., Bd. **1**, S. 77 ff.
34. — — 1948. Bioklimatische Beobachtungen und Studien bei Borkenkäferauftreten. 2. Teil. Wetter und Leben. Zeitschrift für praktische Bioklimatologie 1948.
35. SCHNEIDER-ORELLI und KUHN, W., 1948. Weitere Untersuchungen in schweizer Borkenkäferherden. Schweizer Zeitschrift für Forstwesen 9/10, 1948.
36. SCHWERDTFEGER, F., 1944. Die Waldkrankheiten. Berlin, Verlag Paul Parey [1]).
37. v. TUBEUF, 1933. Dispositionsfragen für den Befall der Bäume durch Pilze und Käfer. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz Bd. **43**, Heft 6, S. 257 ff.
38. UVAROV, B. P., 1931. Insects and climate. Transactions of the Ent. Soc. of London Vol. **79**.
39. WACHTL, F. A., 1895. Die krummzähnigen europäischen Borkenkäfer. Mitteilungen des forstlichen Versuchswesens Österreichs.
40. WALTER, H., 1936. Berechnung des osmotischen Wertes. Berichte der deutschen Botanischen Gesellschaft **LIV**, 5.
41. — — 1939. Die kryoskopische Bestimmung des osmotischen Wertes bei Pflanzen. Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden (E. ABDERHALDEN) **XI**, 4, S. 353 ff.
42. — — 1947. Die Grundlagen des Pflanzenlebens. Stuttgart, E. Ulmer.
43. — — 1931. Die Hydratur der Pflanze. Jena, Gustav Fischer.
44. WALTER, H. und THREN, R., 1934. Die Berechnung des osmotischen Wertes auf Grund der kryoskopischen Messungen. Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik 80, I.
45. WALTER, H. und WEISSMANN, O., 1935. Über die Gefrierpunkte und osmotischen Werte lebender und toter pflanzlicher Gewebe L c 82, 2

[1]) Siehe auch Anm. S. 390.

Anhang: Tabellen zu den Infektionsversuchen

Tabelle 3

Infektionsversuche mit *curvidens* an Tanne im Forstamt Schorndorf
(Die Werte sind nach der Formel $W = 12{,}06\ \Delta$ errechnet)

Nr. des Baumes	Höhe der Probenentnahme m	Rinde mit Siebröhrenschicht Atm.	Rinde ohne Siebröhrenschicht Atm.	Bemerkungen
1	1,5	10,2	9,5	Infektionsversuch negativ, Baum: gesunder Eindruck
2	1,5	10	9,4	Wie Nr. 1
3	1	9,2	9,3	Infektionsversuch mißglückt, Baum: kränkelnder Eindruck
4	1,5	—	9,2	Wie Nr. 1
5	1,5	10,3	—	Wie Nr. 1
6	6	13,6	—	In der Sonne liegender Fangbaum, unentastet, Infektionsversuch mißglückt
7	1,5	10,4	9,6	Wie Nr. 1
8	1,5	6,6	6,6	Infektionsversuch positiv, Brutbilder 0,5—1 cm, Eindruck des Baumes: kränkelnd
9	1,5	9,5	9,4	Wie Nr. 3
10	4	6,2	—	Windbruch stehender Stumpf, Infektionsversuch positiv
11	10	10,9	9,6	Windbruchstück von Nr. 10, Infektionsversuch negativ
12	1,5	10	—	Wie Nr. 1
13	1,5	8,8	—	Wie Nr. 3, vermutlich von *Pissodes* befallen
14	1,5	10,3	—	Wie Nr. 1
15	1,5 (Nur Siebr. 15,6)	10,4	10,5	Wie Nr. 1
16	1,5	9,4	9,3	Wie Nr. 3
17	8	6	—	Infektionsversuch geglückt, außerdem nat. Anflug, Fangbaum, entastet im Schatten gelagert
18	1,5	7,3	7,3	Infektionsversuch positiv, Eindruck des Baumes: kränkelnd, Gipfel matt
19	1	7,5	7,6	Infektionsversuch geglückt, Eindruck des Baumes: gesund

Nr. des Baumes	Höhe der Probenentnahme m	Rinde mit Siebröhrenschicht Atm.	Rinde ohne Siebröhrenschicht Atm.	Siebröhr.-schicht allein Atm.	Schattennadeln Atm.	Bemerkungen
20a	1	6,4	6,8	5,1		Infektion geglückt, auch natürlicher Anflug
20b	5	5,9	6,4	5,7	16,1	Wie Nr. 20a, Nadeln von einzeln. Klebast, grün
20c	8	7,3	7,1	10		Wie Nr. 20a, die erhöhten Werte werden auf einen noch sehr frischen grünen Quirlast in 9 m Höhe zurückgeführt
20d	10	5,7	6	5,6	18,4	Nur noch natürl. Anflug
20e	12	5,4	5,3	6,7	21,6	Nadeln beginnen sich zu verfärben
20f	13	2,6	—	—		Nadeln rot, Rinde ganz braun, Siebröhrenschicht unkenntlich

Noch Tabelle 3

Nr. des Baumes	Höhe der Proben-entnahme m	Rinde ohne Siebröhren-schicht Atm.	Siebröhr.-schicht allein Atm.	Schatten-nadeln Atm.	Bemerkungen
		Gipfel bei 36 m			
21a	1,8	9,9	17,3		Infektionsversuch negativ
21b	8	9,9			Kein natürlicher Befall
21c	18	9,7		21,6	Erste größere Äste
	(Krone beginnt 20 m)				
21d	24	7,1	10,7		Natürlicher Befall von *curvidens*
21e	26	6,1			Einzelne Klebäste rötlich, natürlicher Befall
				Sonnen-nadeln	
21f	30	6		28,7	Wie Nr. 21e
21g	34	6,2		28,8	Befall von *curvidens* u. *spinidens*
21h	36 (Ast)	9,4			Nadeln matt, Befall v. *spinidens*, 1 cm Brutbilder

Tabelle 4

Infektionsversuche mit *spinidens* an Tanne im Forstamt Schorndorf
(Umrechnung wie bei Tabelle 1)

Laufende Nr.	Rinde mit Siebröhrenschicht Atm.	Rinde ohne Siebröhrenschicht Atm.	Bemerkungen
1	9,4	9,1	Infektionsversuch geglückt, gesunder Eindruck des Astes
2	9,1	—	Wie Nr. 1
3	—	11,6	Infektionsversuch mißglückt, gesunder Eindruck des Baumes
4	11,8	11,5	Wie Nr. 3
5	16,5	—	Infektionsversuch geglückt, Ast kränkelnd, Nadeln rot, besonnt
6	8,1	—	Infektionsversuch geglückt, Nadeln am Ast matt
7	7,8	—	Wie Nr. 6
8	12,2	—	Infektionsversuch mißglückt, Nadeln frisch, grün
9	11,6	11,1	Infektionsversuch mißglückt, Nadeln frisch, viel Reifungsfraß von *Cr. picae* am Ast
10	9,2	9,1	Infektionsversuch geglückt, Nadeln frisch, viel Reifungsfraß von *Cr. picae* am Ast
11	9,7	8,8	Infektionsversuch geglückt, Nadeln grün, viel Reifungsfraß von *Cr. picae* am Ast
12	16,4	—	Infektionsversuch geglückt, abgebrochener Ast
13	17,9	—	Infektionsversuch geglückt, außer diesem war natürlicher Anflug etwa 3 Wochen alt am Ast
14	13,1	12,8	Infektionsversuch mißglückt, Nadeln grün, aber von Insekten (Maikäfer?) befressen

Tabelle 5

Infektionsversuche mit *curvidens* an Tanne im Forstamt Waldmünchen
(Umrechnung wie bei Tabelle 1)

Nr. des Baumes	Höhe der Probenentnahme m	Rinde mit Siebröhrenschicht Atm.	Rinde ohne Siebröhrenschicht Atm.	Bemerkungen
1a	7	9,5	—	Infektionsversuch mißglückt
1b	9	7,1	—	Natürlicher Anflug von *curvidens*
2	2	7,7	7,6	Infektionsversuch geglückt, Baum macht gesunden Eindruck, bei Fällung ab 16 m befallen festgestellt
3	1,5	10,2	9,4	Infektionsversuch mißglückt
4	1,5	9,7	—	Wie Nr. 3
5	1,5	9,8	9,2	Wie Nr. 3
6	1,5	7,9	7,7	Infektionsversuch geglückt, Baum macht geschwächten Eindruck
7	1,5	11	10,9	Infektionsversuch mißglückt, Baum in der Krone rot, bei Fällung Befall ab 18 m festgestellt
8	1,5	8,9	8,9	Infektionsversuch mißglückt, Baum war befallen gewesen, die kleinen Brutbilder waren aber in zurückkehrendem Saft abgestorben
9	2	6,6	6,7	Infektionsversuch geglückt, Baum macht kränkelnden Eindruck, schien von *Pissodes* befallen
11	1,5	—	10,8	Infektionsversuch mißglückt
12a	1	9,2	9,2	Wie Nr. 11
12b	3	8,8	—	Wie Nr. 11
12c	6	7,7	7,8	Infektionsversuch geglückt, in 5 m Höhe hatte der Baum noch eine größere Anzahl grüner Wasserreiser, ab 8 m begannen Nadeln zu verfärben
12d	13	6,5	6,6	Natürlicher Befall ab 11 m
12e	18	4,3	—	Rinde ganz braun, dichter Befall, etwa 6 Wochen
12f	18 Ast (1 m vom Stamm)	9,7	—	Ast absterbend, Befall von *vorontzowi*, dazwischen ein älteres Brutbild von *curvidens*
12g	19 (Ast) ($^1/_2$ m vom Stamm)	6,5	—	Ast genau nach Norden zeigend, Befall von *vorontzowi* und mehreren Brutbildern von *curvidens*
13	2	9,5	9,3	Infektionsversuch mißglückt
14	1,5	9,3	9,3	Wie Nr. 13
15	1,5	8,9	9,1	Wie Nr. 13
16a	3	10,1	10,4	Fangbaum in der Sonne liegend, Infektionsversuch mißglückt, Unterseite hatte schwachen Befall
16b	7,5	11,7	—	Infektionsversuch mißglückt
17	2	7,2	—	Infektionsversuch geglückt, Baum war grün und zeigte bei der Fällung nirgends Befall
18a	3	9,9 (dies. Wert ungenau)	8,6	Infektionsversuch mißglückt
18b	—	8,9	8,8	Wie Nr. 18a
19	1,5	9,3	9,2	Wie Nr. 18a
20a	1,5	6,6	6,8	Infektionsversuch geglückt, Baum macht kränkelnden Eindruck
20b	6	6,7	6,8	Natürlicher Befall

Tabelle 6

Infektionsversuche mit *vorontzowi* an Tanne im Forstamt Waldmünchen
(Umrechnung der Werte wie bei Tabelle 1)

Laufende Nr.	Höhe der Probenentnahme m	Rinde mit Siebröhrenschicht Atm.	Rinde ohne Siebröhrenschicht Atm.	Bemerkungen
1	18 (Ast)	—	23	Infektionsversuch geglückt, trocknender Ast, Nadeln rot
2	22 „	—	14,6	Wie Nr. 1
3	19 „	—	18,8	Wie Nr. 1
4	24 „	—	9,6	Infektionsversuch geglückt, Ast grün und frisch
5	24 „	—	9,1	Infektionsversuch geglückt, Ast grün, viel Überwinterungsfraß von *Cr. picae*
6	28 „	12,6	11,9	Infektionsversuch mißglückt, Ast grün
7	28 „	13,1	12,0	Wie Nr. 6
8	25 „	10,1	10,3	Infektionsversuch geglückt, Ast grün
9	25 „	—	7,2	Wie Nr. 8
10	16	24,6	—	Infektionsversuch geglückt, Ast trocknend, Nadeln blaßgrün
11	18	7,7	—	Stamm, Nadeln verfärbt, Äste befallen, Infektionsversuch geglückt
12	12	11,9	11,6	Infektionsversuch mißglückt, Ast grün
13	17	13,5	12,8	Wie Nr. 12
14	32	27,8	—	Infektionsversuch mißglückt, Ast trocken, Nadeln rot. Die Käfer bohrten sich zwar etwas ein, doch waren nach 10 Tagen noch keine sicheren Brutbilder zu finden
15	9	11,7	—	Infektionsversuch mißglückt, Ast grün
16	10	7,6	—	Infektionsversuch geglückt, Ast grün
17	1,5	6,6	6.8	Infektionsversuch geglückt, Käfer wurden zusammen mit *curvidens* (Nr. 20) am Stamm angesetzt
18	15	30,6	—	Infektionsversuch mißglückt, Ast trocken, Nadeln rot
19	13	8,5	—	Infektionsversuch geglückt, Ast grün

Tabelle 7

Infektionsversuche mit *curvidens* an Fichte im Forstamt Schorndorf
(Berechnung der Werte wie Tabelle 1)

Laufende Nr.		Höhe der Probenentnahme m	Atm.	Bemerkungen
1	Von *I. typographus* angenommener Fangbaum . .	4	7,5	Infektionsversuch mißglückt
2	Von *I. typographus* natürlich befallener Baum . .	2	6,1	Wie Nr. 1
3	Gesunder Baum	1,5	11,4	Käfer im Harz erstickt
4	Windbruch	1,5	6,8	Infektionsversuch mißglückt, Harzfluß

Tabelle 8

Freilandanflug von *curvidens* an Tanne

Die Nummern 1—7 sind in Schorndorf, die Nummern 8—12 in Waldmünchen gesammelt (Berechnung der Werte wie Tabelle 1)

Nr. des Baumes	Höhe der Probenentnahme m	Rinde mit Siebröhrenschicht Atm.	Rinde ohne Siebröhrenschicht Atm.	Bemerkungen
1	12	—	7,4	Unterster Rand des Befalls, Gipfel matt
2a	1	—	7,9	Käfer bohren gerade ein
2b	5	—	6,6	Brutbilder etwa 1—1,5 cm groß
2c	9 (Kronenans.)	—	9,2	Kein Befall
2d	14	—	7,3	Brutbilder etwa 2 cm groß
2e	20	—	5,1	Große Brutbilder
3	1	—	6,2	Käfer bohren gerade ein
4	2	—	5,4	Brutbilder etwa 2—3 cm
5a	1,5	—	7,5	Winzige Brutbilder bis 1 cm
5b	6	—	6,2	Brutbilder etwa 1—2 cm
6	2	6,3	5,8	Käfer bohren gerade ein
7a	1	8	7,2	Käfer versuchen einzubohren, laufen in Anzahl auf der Rinde umher
7b	5	7,5	6,8	Käfer eingebohrt, Brutbilder bis 1 cm groß
8a	16 (Astwurz.)	8,3	8,1	Winziges Brutbild zwischen Befall von *vorontzowi*
8b	2	7,4	—	Brutbilder klein, 1—2 cm
9	1	5,8	—	Große Brutbilder
10a	23	7,5	7,6	Käfer greifen gerade an, Brutbilder bis 0,5 cm. Es ist dies der erste Befall am Stamm
10b	16	10,2	9,8	Kein Befall
10c	28	11,1	10,3	Wie Nr. 10b
10d	21	8,2	8,1	Befall?, einzelne Käfer versuchen einzubohren
10e	26	9,4	8,7	Wie Nr 10d
11	21 (Astwurz.)	—	8,1	Brutbilder 0,5—1 cm
12	2	7,1	7,2	Brutbilder 1—1,5 cm

Tabelle 9

Freilandanflug von *spinidens* an Tanne

Gesammelt im Forstamt Schorndorf, Nr. 10, 11 Hochkaltergebiet (900 m) bei Berchtesgaden

Laufende Nr.	Höhe der Probenentnahme m	Rinde mit Siebröhrenschicht Atm.	Rinde ohne Siebröhrenschicht Atm.	Bemerkungen
1	18	10,1	9,8	Käfer bohrten gerade ein
2a	16 (Astwurz.)	—	12,4	Kein Befall
2b	16 (Ast) (1,2 m vom Stamm)	—	8,7	Kleine Brutbilder von etwa 1 cm
3	9 (Ast) (Schatten)	—	7,6	Brutbilder groß, 2—3 cm
4	12 (Ast)	—	9,5	Brutbilder 0,5—1 cm
5	7 „	—	9,2	Brutbilder 1 cm
6	18 „	—	18,9	Brutbilder groß, 3—4 cm
7a	19 (Stamm)	—	9,4	Brutbilder groß, 5—7 cm
7b	19 (Ast)	—	22,7	Brutbilder groß, 4—5 cm
8	3 (Jungw.)	—	17,3	Pflanze fast ganz rot, Brutbilder 3—4 cm
9	11 (Ast)	7,7	7,8	Brutbilder 1 cm
10	14 „	18,9	—	Brutbilder 2 cm
11	8 (Stamm)	19,5	—	Brutbilder etwa 3—4 cm, an jüngerer Pflanze

Tabelle 10

Freilandanflug von *vorontzowi* an Tanne
Gesammelt im Forstamt Waldmünchen. (Berechnung der Werte wie Tabelle 1)

Laufende Nr.	Höhe der Probenentnahme m	Rinde mit Siebröhrenschicht Atm.	Rinde ohne Siebröhrenschicht Atm.	Bemerkungen
1	18 (Ast)	—	8,8	Käfer haben winzige Brutbilder angelegt
2	11 „	9,3	9,4	Brutbilder etwa 0,5 cm groß
3	6 (Stamm)	7,8	7,7	Brutbilder klein, etwa 1 cm. Der Baum, 40jähr., war von *Pissodes* befallen
4	17 (Ast)	16,9	—	Käfer haben größere Brutbilder angelegt
5	18 „	9,6	—	Wie Nr. 4. Dieser Ast war gegenüber dem vorigen, aber im Schatten
6	23 (Stamm)	6,7	—	Brutbilder etwa 3 cm groß
7	21 (Ast)	13,6	—	Große Brutbilder, Ast trocken, Nadeln rot
8	16 „	8,2	8,5	Brutbilder klein, etwa 1 cm. Der Ast war 1 m vom Stamm abgebrochen, der stehende Stumpf wurde von den Käfern besiedelt
9	26 „	26,1	—	Größere Brutbilder
10a	13 „	9,4	9,8	Die Käfer bohrten gerade ein, winzige Brutbilder. Der Ast war frisch und grün
10b	13 „ (1,3 m vom Stamm)	—	10,8	Hier waren keine Angriffsversuche mehr zu erkennen
11	19 (Ast)	11,7	11,9	Brutbilder etwa 2 cm groß, Nadeln matt und verfärbt
12	13 „	16,2	—	Größere Brutbilder, etwa 2—3 cm

Aus dem Physiologisch-chemischen Institut der Universität Berlin

Über die Steigerung der Initialtoxizität und Dauerwirkung des β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[4-chlor-phenyl]-äthans (p, p'-DDT-Wirkstoff) *)

Von

R. Riemschneider

Mit 1 Abbildung

Durch Kombination des p, p'-DDT-Wirkstoffes mit anderen Halogenkohlenwasserstoffen der DDT- und OET-Gruppe sowie durch gleichzeitige Anwendung des p, p'-DDT-Wirkstoffes mit halogenierten Phenolen lassen sich Initialtoxizität und zum Teil auch Rückstandswirkung des p, p'-DDT-Wirkstoffes erhöhen, wie aus Laboratoriumsversuchen hervorgeht, die unter Verwendung von *Melophagus ovinus* L. (Schaflausfliege), *Drosophila melanogaster* M. (Taufliege) und *Calandra granaria* L. (Kornkäfer) als Testtier angestellt worden sind.

I. Kombination des p, p'-DDT-Wirkstoffes mit schwach und stark wirkenden Verbindungen der DDT-, HCH- und OET-Gruppe

Bei der Prüfung von Kontakt-Insektiziden der Halogenkohlenwasserstoffklasse auf synergische Wirkung [1]) wurden unter verschiedenen Bedingungen Gemische stark und schwach wirksamer Verbindungen der DDT-, HCH- und OET-Gruppe [2]) hergestellt und nach Abscheidung in feinverteilter Form auf Kieselgur und Mischen mit Talkum als Stäubemittel auf kontakt-insektizide Wirksamkeit geprüft [3]). Bei diesen Untersuchungen zeigte sich, daß Stäubemittel, die Wirkstoffmischungen enthielten, welche durch Schmelzen des p, p'-DDT-Wirkstoffes mit
β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[4-fluor-phenyl]-äthan (p, p'-DFDT-Wirkstoff),

*) Die vorliegende Arbeit wurde im April 1948 als Manuskript vervielfältigt und verteilt. Vgl. auch Mitt. Physiolog.-chem. Inst., Berlin R **15**, 8 Seiten, April 1948, sowie im 9. Beiheft zur „Pharmazie" 1949, S. 701—705, 677 usw.

[1]) R. Riemschneider, 2. Beiheft zur „Pharmazie" 1947, S. 94. Man spricht von einer synergischen Wirkung, wenn die Wirksamkeit eines Gemisches verschiedener Insektizide oder eines Insektizids mit anderen nicht insektiziden Stoffen größer ist als die Summe der Wirksamkeit der einzelnen Komponenten (F. M. Wadley, U. S. Dept. Agr., Bur. Entomol. Plant Quarantine, ET-233 [1945]).

[2]) Zur OET-Gruppe gehören die Wirkstoffe M 410, M 414, M 344 u. a. Vgl. auch „M 410 als Kontaktinsektizid der Halogenkohlenwasserstoffklasse", Mitt. Physiolog.-chem. Inst., Berlin R **12**, 11 S., Dezember 1947.

[3]) Testverfahren: 2. Beiheft zur „Pharmazie" 1947, S. 111—119. Zur Abscheidung der Wirkstoffe bzw. Wirkstoffgemische auf einem gut absorbierenden Träger verwendeten wir ein anderes Verfahren als früher.

β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[4-äthyl-phenyl]-äthan,
β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[3, 4-fluor-methyl-phenyl]-äthan,
Oktachlor-4,7-endomethylen-tetrahydrohydrindenen (M 410-Wirkstoff), sowie den technischen Wirkstoffen DFDT, M 410, M 414 (Oktachlor-endomethylen-trimethylcyclohexane) und anderen in bestimmten Mengenverhältnissen hergestellt worden waren, zum Teil eine größere Initialtoxizität (Tabelle 1) und zum Teil auch größere Rückstandswirkung (Tabelle 2) besitzen als solche, die mehrfach umkristallisierten p, p'-DDT-Wirkstoff enthielten. Da die durch Schmelzen bestimmter Mengen einiger der genannten DDT- und OET-Stoffe mit dem β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[4-chlor-phenyl]-äthan hergestellten Gemische nach dem Abkühlen nicht mehr kristallin erstarren und die zur Kombination verwendeten Halogenkohlenwasserstoffgemische, welche die Wirksamkeit des p, p'-Isomeren in der genannten Richtung beeinflussen, im Gegensatz zum p, p'-DDT-Wirkstoff ebenfalls nur schwer oder gar nicht zur Kristallisation zu bringen sind, dürfte die hier beobachtete Steigerung der Kontaktgiftwirkung und Verlängerung der Wirkungsdauer vor allem darauf zurückzuführen sein, daß die zum p, p'-DDT-Wirkstoff hinzugesetzten DDT- und OET-Körper die Kristallisation des DDT-Wirkstoffes verzögern oder ganz aufheben, also seine physikalische Zustandsform so beeinflussen, daß der in feinster Verteilung auf Talkum abgeschiedene Giftstoff vom Insekt leichter und schneller durch Kontakt aufgenommen werden kann und die Oberflächenaktivität des Präparates längere Zeit anhält [1]). Für die Erklärung, daß vor allem eine Veränderung der physikalischen Zustandsform des Kontakt-Insektizids und weniger eine durch die hinzugesetzten Halogenkohlenwasserstoffe beim Insekt ausgelöste Reaktion die Ursache für den hier beschriebenen Effekt ist, spricht z. B. die Tatsache, daß die Aktivitätssteigerung vom Mischungsverhältnis der Komponenten abhängt. Die Abhängigkeit der Schmelzpunkterniedrigung vom Mischungsverhältnis wurde für einige Wirkstoffgemische ermittelt. Der scharfe Knick der Kurven beim Übergang „fest" zu „flüssig" ist belegt.

Die zuweilen beobachtete größere Aktivität von Stäubemitteln, welche nicht reines kristallisiertes β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[4-chlor-phenyl]-äthan, sondern technisches DDT als Wirkstoff enthalten, dürfte auf eine ähnliche Weise zustande kommen: Durch die im technischen Produkt vorhandenen Nebenprodukte k a n n die Zustandsform des DDT-Wirkstoffes in der angedeuteten Richtung beeinflußt werden; technisches DDT schmilzt in einem Temperaturintervall und ist im allgemeinen „wachsartig, plastisch". Da aber die Zusammensetzung

[1]) Die größere Initialtoxizität von Gemischen aus p, p'-DDT- und p, p'-DFDT-Wirkstoff bzw. technischem DFDT wird allerdings auch dadurch verständlich, daß der p, p'-DFDT-Wirkstoff allein schon in vielen Fällen wirksamer ist als die entsprechende Chlorverbindung (Ztschr. Naturforsch. 1947, **2** b, 245; 2. Beiheft zur „Pharmazie" 1947, S. 93, 138, 157, 161 und Chem. Zbl. 1947, 1404 und 1948 II, 531).

technischer DDT-Produkte verschiedener Herstellungschargen starken Schwankungen unterliegt, dürfte die Voraussetzung für die Abscheidung eines nicht oder nur langsam kristallisierenden Wirkstoffes nicht immer gegeben sein. Die von einigen Autoren [1]) angeführte Erklärung, daß eines oder einige der im technischen DDT vorhandenen Nebenprodukte darum die Aktivitätserhöhung bewirken, weil sie wirksamer als das p, p'-Isomere sind bzw. diesem an Wirkung gleichkommen, erscheint wenig einleuchtend, wenn man berücksichtigt, daß die Zusammensetzung des technischen DDT bereits sehr eingehend untersucht worden ist und die bisher aufgefundenen sehr wirksamen Nebenprodukte (m, p'-DDT-Wirkstoff, β, β, β-Trichlor-α-chlor-α-[4-chlor-phenyl]-äthan u. a.) nur in außerordentlich geringer Menge darin vorkommen [2]). Durch Versuche mit entsprechenden Modellgemischen konnten wir dies bestätigen. Zum Beispiel verursachte ein Zusatz der oben genannten wirksamen Nebenprodukte des technischen DDT zum p, p-DDT-Wirkstoff in Mengen bis zu 0,5 % (getestet als 5prozent. Stäubemittel) keine Wirkungssteigerung. Daß die Aktivität des β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[4-chlor-phenyl]-äthans und anderer kontakt-insektizider Substanzen außerordentlich von ihrer physikalischen Zustandsform und ihrem Dispersionsgrad abhängt, geht z. B. auch aus folgendem interessanten Versuch hervor: Bettwanzen, *Cimex lectularius* L., die gegen DDT-Präparate zwar ziemlich resistent sind, sich jedoch mit einem 10—15prozent. DDT-Stäubemittel durchaus erfolgreich bekämpfen lassen, können mehr als 5 Tage auf reinstem kristallisiertem β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[4-chlor-phenyl]-äthan vom Schmelzpunkt 107,5—108,2 °C [3]) laufen, ohne daß sie in dieser Zeit bis zur Fortbewegungsunfähigkeit gelähmt werden [4]). Der Wirkstoff ist zur Wanzenbekämpfung nur in feinster Verteilung brauchbar. Das Maximum der Aktivität eines DDT-Stäubemittels wird jedoch, wie die hier beschriebenen Versuche ergeben haben, erst erreicht, wenn die „Kristallisationstendenz" des Wirkstoffes durch geeignete Zusätze weitgehend herabgesetzt ist. Es ergibt sich also, daß eine verhältnismäßig einfache „p h y s i k a l i s c h e Abwandlung" des DDT-Moleküls zu einer Aktivitätssteigerung und auch Verlängerung der Wirkungsdauer führt, die durch alleinige „c h e m i s c h e Abwandlung" des DDT-Moleküls bisher nicht erreicht worden ist. Unter den 300 DDT-

[1]) G. A. Hunold u. E. Döring, Pharmaz. 1948, **3**, 109.

[2]) H. L. Haller u. Mitarb., J. Amer. chem. Soc. 1945, **67**, 1591.

[3]) Große Kristalle lassen sich durch sehr langsames Abkühlen alkoholischer oder paraffinischer p, p'-DDT-Wirkstoff-Lösungen erhalten.

[4]) Nachtrag bei der Korrektur: Einen ähnlichen Versuch hat inzwischen Lietz beschrieben (Pharmaz. 1948, **3**, 390). Der genannte Autor geht in seinem Übersichtsbericht auch auf die physikalische Zustandsform des DDT ein, macht jedoch keine Angaben über die gewählten Versuchsbedingungen, die Größe der beobachteten Wirkungssteigerung sowie die für die eigenen Versuche verwendeten Stoffe.

Körpern, die bis Anfang 1948 in den verschiedenen Ländern synthetisiert und auf Wirkung geprüft worden sind, konnte bisher keine Halogenverbindung der Diarylalkanklasse gefunden werden, die dem DDT-Wirkstoff in jeder Weise überlegen ist. Zwar zeigt der DFDT-Wirkstoff gegen viele Insekten eine größere Initialtoxizität und höhere Wirksamkeit, vermag jedoch hinsichtlich Zugänglichkeit, Wirtschaftlichkeit und zum Teil Stabilität nicht ganz mit dem DDT zu konkurrieren. Für Spezialzwecke aber dürfte die Einführung und Anwendung von *DFDT-Mitteln* durchaus von Interesse sein; man wird sie vor allem zur Vernichtung hygienischer Schädlinge heranziehen, z. B. wenn es darauf ankommt, *Präparate mit hoher Initialtoxizität und nicht allzu großer Rückstandswirkung* zur Verfügung zu haben.

Während die Steigerung der Initialtoxizität des DDT-Wirkstoffes wohl vor allem durch die Veränderung seiner physikalischen Zustandsform hervorgerufen wird, dürfte für die Verlängerung der Dauerwirkung des DDT-Wirkstoffes außerdem noch die Inhibitorwirkung der Zusätze verantwortlich zu machen sein. Es ist z. B. seit 1944 bekannt [1]), daß das reine β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[4-chlor-phenyl]-äthan unter dem katalytischen Einfluß geringer Mengen (0,01—0,02 %) von wasserfreiem Eisen-(III)chlorid, Aluminiumchlorid und anderen Metallverbindungen leicht Chlorwasserstoff abspaltet und dabei in praktisch unwirksame Verbindungen übergeht, während technisches DDT, welches vom Herstellungsprozeß her im allgemeinen immer geringe Mengen von Metallchloriden enthält, weniger leicht zersetzlich ist, weil Nebenprodukte darin vorkommen, welche die Chlorwasserstoffabspaltung zu inhibieren vermögen [2]). Es liegt infolgedessen die Annahme nahe, daß auch bei den eigenen Untersuchungen, die mit dem DDT-Wirkstoff kombinierten Verbindungen, ähnlich wie die Nebenprodukte des technischen DDT Reaktionen wie β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[4-chlor-phenyl]-äthan ——→ β, β-Dichlor-α, α-bis-[4-chlor-phenyl]-äthylen

[1]) E. E. FLECK u. H. L. HALLER, J. Amer. chem. Soc. 1944, **66**, 2095. Ähnliche Beobachtungen wurden inzwischen auch beim DFDT-Wirkstoff gemacht. Wie mir Herr Prof. Dr. GG. R. SCHULTZE, Hannover, mitteilte, konnte er qualitativ an wäßrigen DFDT-Emulsionen ein rasches Absinken der Wirksamkeit innerhalb von wenigen Tagen beobachten, wenn diese Emulsionen in Zerstäubern aus Eisenblech (Flitspritzen) der katalytisch zersetzenden Einwirkung des Rostes ausgesetzt waren. Die Emulsionen wurden schnell salzsauer. Wäßrige Emulsionen, die in braunen Flaschen 6 Monate bei Gegenwart von Luft am Licht gestanden hatten, zeigten demgegenüber kein Absinken ihrer Wirksamkeit. Herr Prof. SCHULTZE hält es für möglich, daß der verschiedenartige Wirkungsabfall des DFDT an den Wänden ummauerter Räume auf den verschiedenen Gehalt des Mauerwerkes an katalytisch wirksamem Eisen zurückzuführen ist.

[2]) E. E. FLECK u. H. L. HALLER, J. Amer. chem. Soc. 1946, **68**, 142. Inhibitorwirkung in genanntem Sinne ist nachgewiesen worden für Fette, Fettsäuren, Alkohole, viele organische Lösungsmittel und Öle. Ausgenommen sind Äthylendichlorid, o-Dichlorbenzol, Nitrobenzol u. a. Wasser wirkt durch Hydratisierung der wasserfreien Metallchloride ebenfalls einer katalysierten Chlorwasserstoffspaltung entgegen.

inhibieren und darum ebenfalls die Dauerwirkung der DDT-Präparate erhöhen *).

Wie die in Tabelle 1 und 2 angeführten Zahlenwerte erkennen lassen, liegen Abnahme der Wirksamkeit mit der Zeit sowie Steigerung der Initialtoxizität des DDT-Wirkstoffes beim Zusatz einiger Halogenkohlenwasserstoffe zum Teil durchaus in der Größenordnung, die an eine praktische Ausnutzung dieses Effektes denken läßt, zumal weitere Untersuchungen in dieser Richtung bereits gezeigt haben, daß noch andere, in dieser Arbeit nicht genannte, leicht zugängliche DDT-Derivate die Aktivität des DDT-Wirkstoffes sowie auch des technischen DDT zu steigern vermögen. Als eine Anwendung dieses Effektes kann bereits die in der Industrie allein schon aus wirtschaftlichen Gründen

Tabelle 1

Steigerung der Initialtoxizität des p, p'-DDT-Wirkstoffes durch Kombination mit anderen Halogenkohlenwasserstoffen (Testtier: Schaflausfliege, *Melophagus ovinus* L.)

Lfd. Nr.	Getestet wurden Stäubemittel, die 5 % folgender Wirkstoffe bzw. Wirkstoffgemische enthielten	Prozent Rücken- bzw. Seitenlage der Tiere nach Minuten[9])	
		50 % Minuten	80 % Minuten
	Wirkstoffe:		
1	p, p'-DDT-Wirkstoff (β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[4-chlorphenyl]-äthan)[1])	35	52
2	technisches DDT[2])[11])	33	50
3	p, p'-DFDT-Wirkstoff (β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[4-fluorphenyl]-äthan)[3])	< 15	< 15
4	β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[4-äthyl-phenyl]-äthan[4])	95	134
5	β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[3,4-fluor-methyl-phenyl]-äthan[5])	58	103
6	β, γ, γ-Trichlor-α, α-bis-[2,4-dimethyl]-phenyl-β-propylen[6])	500	> 730
7	M 410-Wirkstoff (Oktachlor-4,7-endomethylen-tetrahydrohydrindene)[7])	38	54
	Wirkstoffgemische:		
8	p, p'-DDT-Wirkstoff[1]) + β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[4-fluorphenyl]-äthan[3]) + β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[4-äthylphenyl]-äthan[4])	19	36
9	p, p'-DDT-Wirkstoff[1]) + β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[3,4-fluor-methyl-phenyl]-äthan[5]) + techn. M 414	18	41
10	p, p'-DDT-Wirkstoff[1]) + β, γ, γ-Trichlor-α, α-bis-[2,4-dimethyl-phenyl]-β-propylen[6])	36	54
11	p, p'-DDT-Wirkstoff[1]) + β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[4-äthylphenyl]-äthan[4]) + techn. M 414[8])	23	40
12	p, p'-DDT-Wirkstoff[1]) + M 410-Wirkstoff[7]) + β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[3,4-fluor-methyl-phenyl]-äthan[5])	29	48

*) In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß die Wirkstoffe β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[4-äthoxy-phenyl]-äthan und β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[4-methoxy-phenyl]-äthan (p, p'-Dimethoxy-DT) weniger leicht Chlorwasserstoff abspalten als β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[4-chlor-phenyl]-äthan und β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[4-fluor-phenyl]äthan, hinsichtlich Stabilität also dem p, p'-DDT- und DFDT-Wirkstoff überlegen sind; sie erreichen jedoch nicht die Wirkungsbreite und Wirkungsstärke der beiden Hauptvertreter der DDT-Klasse (Pharmaz. Zentralhalle 1948, **87**, 132).

Tabelle 2

Steigerung der Rückstandswirkung des p, p'-DDT-Wirkstoffes durch Kombination mit anderen Halogenkohlenwasserstoffen (Testtier: *Drosophila melanogaster* M.)

Lfd. Nr.	Getestet wurden Stäubemittel, die 3 % Wirkstoff bzw. Wirkstoffgemisch enthielten	80 % Rücken- bzw. Seitenlage der Testtiere nach Minuten[10])				
		nach 0 Wochen Minuten	nach 7 Wochen Minuten	nach 14 Wochen Minuten	nach 21 Wochen Minuten	nach 35 Wochen Minuten
1	p, p'-DDT-Wirkstoff[1]) . . .	35	39	39	41	53
2	p, p'-DDT-Wirkstoff + β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[4-äthyl-phenyl]-äthan[4])	27	28	31	35	44
3	p, p'-DDT-Wirkstoff + β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[3,4-fluor-methyl-phenyl] äthan[5]) . .	25	27	34	29	39
4	p, p'-DDT-Wirkstoff + technisches M 410 + technisches M 414[8])	27	30	31	34	40

Erläuterungen zu Tabelle 1 u. 2:

[1]) Schmelzpunkt: 105° C.
[2]) Erstarrnungspunkt: 87—88° C.
[3]) Schmelzpunkt: 43.5—44,5° C.
[4]) Siedepunkt: 0,5 mm : 175—179° C.
[5]) Schmelzpunkt: 57—59° C.
[6]) Siedepunkt: 0,1 mm : 177—182° C.
[7]) Siedepunkt: 1 mm : 165—170° C.
[8]) Schmelzpunkt: 63—84° C.

[9]) Die Zahlenwerte sind das Mittel von je 6 Bestimmungen mit je 50 Testtieren (Streuung ± 30 %). Um die für diese Versuche notwendige Anzahl von 3600 Schaflausfliegen ungefähr gleichen Entwicklungszustandes aussuchen zu können, mußte von einer Schafherde das 4—5 fache, also etwa 15 000 Lausfliegen abgelesen werden. Das angewandte Prüfverfahren ist im Beiheft der „Pharmazie" 1947, S. 111—119 beschrieben.

[10]) Die Zahlenwerte sind das Mittel von je 5 Versuchen mit je 25 Testtieren.

[11]) Einige der unter diesen Bedingungen getesteten techn. DDT-Proben zeigten geringere Wirksamkeit als unser p, p'-DDT.

übliche Verarbeitung von technischem DDT an Stelle des umkristallisierten reinen Wirkstoffes betrachtet werden.

Die hier über die Beziehungen von physikalischer Zustandsform und Aktivität von Kontakt-Insektiziden mitgeteilten Ergebnisse sind jedoch nicht nur für die Anwendungs- und Herstellungstechnik von DDT-Präparaten, sondern vor allem auch für die Untersuchungen über Konstitution und Wirkung von Kontakt-Insektiziden von Bedeutung, wo es sich u. a. darum handelt, kristallisierte und nicht kristallisierte chemisch nahe verwandte Verbindungen mit nicht allzu verschiedenen physikalischen Eigenschaften zu vergleichen; sie zeigen deutlich, wie unbedingt notwendig es ist, für derartige Untersuchungen reinste Substanzen genau definierter Zusammensetzung zu verwenden, die durch Abscheidung auf Talkum oder auch Filtrierpapier (Verwendung ein und derselben Talkum- bzw. Filtersorte) oder durch Emulgierung in eine möglichst ähnliche physikalische Zustandsform gebracht worden sind[1]). Die Herstellung von Wirkstoffilmen, z. B. Abdampfungsrück-

[1]) Einzelheiten über ein Prüfverfahren, in welchem den hier genannten Faktoren Rechnung zu tragen versucht worden ist, im 2. Beiheft zur „Pharmazie" 1947, S. 111—119. Über eine Weiterentwicklung der dort beschriebenen Kontaktgift-Testapparatur wird an anderer Stelle berichtet werden.

ständen von Aceton-Wirkstoff-Lösungen (Petrischalen-Filmtest) ist für derartige Testversuche nicht in allen Fällen geeignet, da ein und derselbe Wirkstoff sehr verschieden kristallisieren kann. Zum Beispiel zeigten Filme, die aus gleich starken Lösungen des DDT-Wirkstoffes in verschiedenen Lösungsmitteln hergestellt worden waren, gegen *Drosophila melanogaster* M. zum Teil erhebliche Wirkungsunterschiede (Tabelle 3, lfd. Nr. 1—4) [1]). Bei Verwendung präparierter Filter (Petrischalen-Filtertest) waren die Unterschiede weniger groß (Tabelle 3, lfd. Nr. 5—8).

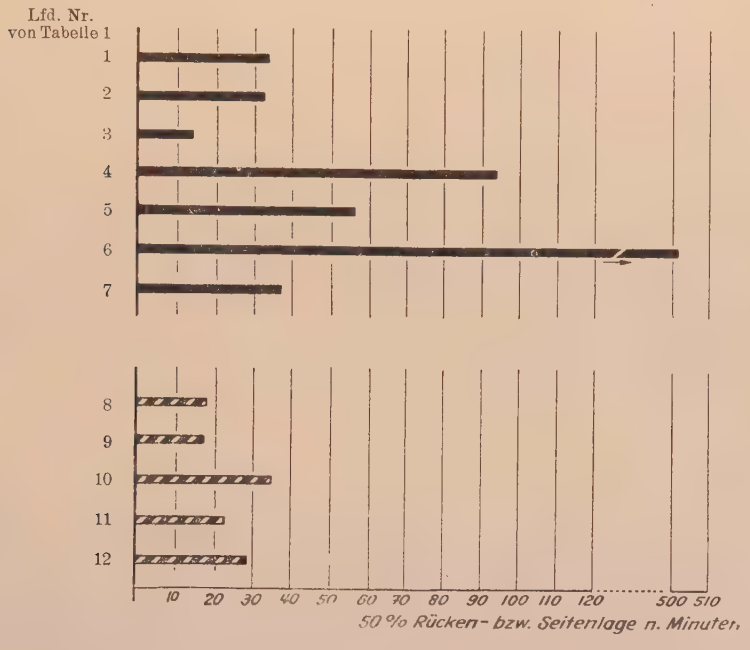

Abb. 1

Die Ergebnisse einiger Test- und Dauerversuche, die physikalischen Daten der verwandten Halogenkohlenwasserstoffe sowie die Angaben über Mengenverhältnisse, Prüfmethodik usw. entnehme man den Tabellen 1, 2 und 3. Die Erläuterungen 1—11 beziehen sich auf die Tabellen 1 und 2. Die 50 %-Werte der Tabelle 1 sind in Abb. 1 graphisch dargestellt.

---

[1]) Die exakte Giftwertsbestimmung der gut kristallisierenden fünf Hexachlorcyclohexan-Isomeren mit Hilfe der Petrischalen-Filmtest-Methode bereitete uns zunächst Schwierigkeiten. Um für die Isomeren α, γ und δ reproduzierbare Werte zu bekommen, war es notwendig, die Herstellung der Wirkstoffilme bei ein und derselben Temperatur vorzunehmen, die Zeit zwischen Eingießen der Aceton- bzw. Chloroformlösungen und Einbringen der Testtiere konstant zu halten, die Wirkstoffilme sowohl vor als auch während des Versuches bei einer Temperatur aufzubewahren und *Erschütterungen* zu vermeiden.

Tabelle 3

Die Wirksamkeit des p, p'-DDT-Wirkstoffes nach Abscheidung aus verschiedenen Lösungsmitteln (Testtier: *Drosophila melanogaster* M.)

Lfd. Nr.	Petrischalen-Filmtest Abdampfungsrückstand von 1,2 mg p, p'-DDT-Wirkstoff aus den Lösungsmitteln	Prozent Rücken- bzw Seitenlage der Testtiere nach Minuten	
		40 % Minuten	80 % Minuten
1	Aceton	29	47
2	Äthylalkohol	47	62
3	Äthyläther	33	58
4	Leichtbenzin	39	47

Lfd. Nr.	Petrischalen-Filtertest Filter präpariert durch Tränken mit einer 0,2 prozent. Lösung des p, p'-DDT-Wirkstoffes in den Lösungsmitteln	Prozent Rücken- bzw. Seitenlage der Testtiere nach Minuten	
		50 % Minuten	60 % Minuten
5	Aceton	135	160
6	Äthylalkohol	145	175
7	Äthyläther	140	160
8	Leichtbenzin	145	160

II. Kombination des p, p'-DDT- und des M 410-Wirkstoffes mit halogenierten Phenolen

Die Initialtoxizität eines Kontakt-Insektizids wird von einer großen Anzahl von Faktoren bestimmt. Sie wird im allgemeinen um so größer sein, je intensiver der Kontakt zwischen Insekt und Giftstoff ist, wobei berücksichtigt werden muß, daß einzelne Stellen des Insektenkörpers durch besondere Empfindlichkeit ausgezeichnet sind. Zum Beispiel wirkt bei einer Schaflausfliege, *Melophagus ovinus* L., welcher eine p, p'-DDT-wirkstoffhaltige Vaseline auf verschiedene Körperstellen appliziert wurde, das Kontaktgift am schnellsten über die Gelenkhäute [1]). Stabheuschrecken, *Carausius morosus* L., sind gegen β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[4-chlor-phenyl]-äthan und Oktachlor-endomethylen-tetrahydrohydrindene besonders an der Abdomen-Thorax-Gelenkung empfindlich [2]).

Zur experimentellen Prüfung der Frage, inwieweit sich durch eine Erhöhung der Intensität des Kontaktes zwischen Insekt und Insektizid die Initialtoxizität der Wirkstoffe DDT und M 410 steigern läßt, wurden im Petrischalen-Filtertest Kornkäfer, *Calandra granaria* L., unter verschiedenen Bedingungen, und zwar:

Stehen der Schalen im Dunkeln,
Stehen der Schalen im Hellen (normaler Test),
Bewegung der Schalen,
Steigerung der Bewegung der Kornkäfer durch Anwendung eines Reizmittels,

[1]) 2. Beiheft zur „Pharmazie" 1947, 112 und 154.
[2]) Dtsch. Ges. Wes. 1947, **2**, 58.

mit den Wirkstoffen p, p'-DDT und M 410 zusammengebracht. Dabei zeigte sich, daß die Initialtoxizität der geprüften Wirkstoffe in der angegebenen Reihenfolge ansteigt (Tabelle 4). Als Reizmittel wurden halogenierte Phenole (Chlorkresole und Fluorxylenole) in Konzentrationen von < 0,2 mg je Schale verwendet, so daß die Kornkäfer zwar erregt, jedoch nicht geschädigt wurden (Blindversuche).

Tabelle 4

Steigerung der Initialtoxizität des p, p'-DDT- und M 410-Wirkstoffes durch gleichzeitige Anwendung von Reizmitteln (Testtier: Kornkäfer, *Calandra granaria* L.)

Petrischalen-Filtertest	Filter präpariert durch Tränken mit einer 10prozent. Acetonlösung der Wirkstoffe			
	p, p'-DDT		M 410	
Behandlung der Schalen	Prozentuale Fortbewegungsunfähigkeit nach Stunden[1])		Prozentuale Fortbewegungsfähigkeit nach Stunden[1])	
	50 %	60 %	50 %	70 %
Stehen der Schalen im Dunkeln	30	34	7,0	8,2
Stehen der Schalen im Hellen (normaler Test)	28,5	31	5,8	6,4
Bewegung der Schalen im Hellen	27	30	5,5	6,2
Stehen der Schalen im Hellen bei gleichzeitiger Anwendung von Reizmitteln	27	28	5,2	5,5

Im Gegensatz zu den im Abschnitt I berichteten Versuchsergebnissen dürfte den vorliegenden Untersuchungen vor allem nur akademisches Interesse zukommen, da die durch Anwendung eines Reizmittels hervorgerufene Aktivitätssteigerung nur 10—15 % (bezogen auf den normalen Test) beträgt.

Bei Durchführung dieser Versuche wurde ich in dankenswerter Weise von Frl. C. Winter, W. Gerischer u. M. Böttger unterstützt. Sämtliche in dieser Arbeit genannten Halogenkohlenwasserstoffe sind in unserem Institut hergestellt worden.

Zusammenfassung

Bei der Prüfung von Halogenkohlenwasserstoffgemischen auf synergische Wirkung ergab sich, daß Initialtoxizität und Rückstandswirkung des DDT-Wirkstoffes durch Kombination mit anderen Halogenkohlenwasserstoffen der DDT- und OET-Gruppe gesteigert werden können. Es wurden Schmelzen des reinen p, p'-DDT-Wirkstoffes mit β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[4-fluor-phenyl]-äthan, β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[4-äthyl-phenyl]-äthan, Oktachlor-endomethylen-tetrahydrohydrindenen und

[1]) Die Zahlenwerte sind das Mittel von je 8 Versuchen mit je 12 Testtieren.

anderen Verbindungen hergestellt und nach Abscheidung in feinverteilter Form auf Trägerstoffen als Stäubemittel auf kontakt-insektizide Wirksamkeit geprüft (Testtiere: *Melophagus ovinus, Drosophila melanogaster*).

Die Aktivitätssteigerung des DDT-Wirkstoffes ist auf eine Veränderung seiner physikalischen Zustandsform zurückzuführen (Herabsetzung der „Kristallisationstendenz"). Die zuweilen beobachtete größere Aktivität von Stäubemitteln, welche nicht den reinen DDT-Wirkstoff, sondern techn. DDT als Wirkstoff enthalten, dürfte auf eine ähnliche Weise zustande kommen. Reinstes kristallisiertes β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[4-chlor-phenyl]-äthan von Smp. 107,5—108,2° C ist gegen *Cimex lectularius* nur wenig wirksam. Der DDT-Wirkstoff ist zur Wanzenbekämpfung nur in feinster Verteilung brauchbar. Das Maximum der Aktivität eines DDT-haltigen Stäubemittels wird jedoch erst erreicht, wenn die „Kristallisationstendenz" des Wirkstoffes weitgehend herabgesetzt ist. Eine verhältnismäßig einfache „physikalische Abwandlung" des DDT-Moleküls hat also zu einer Aktivitätssteigerung geführt, die durch alleinige „chemische Abwandlung" bisher nicht erreicht worden ist. — Für die Verlängerung der Dauerwirkung dürfte außerdem noch der Umstand verantwortlich zu machen sein, daß die zugesetzten Halogenkohlenwasserstoffe die Abspaltung von HCl aus dem Wirkstoff inhibieren.

Die Untersuchungen über die Zusammenhänge von physikalischer Zustandsform und Wirksamkeit von Kontakt-Insektiziden sind nicht nur für die Herstellungs- und Anwendungstechnik von DDT-Präparaten, sondern vor allem auch für die vergleichende biologische Wertbestimmung von Kontakt-Insektiziden von Bedeutung. — Es wird der Vorschlag gemacht, zwischen einem Petrischalen-Filmtest und einem Petrischalen-Filtertest zu unterscheiden.

Eine experimentelle Prüfung der Frage, inwieweit sich durch eine Erhöhung der Intensität des Kontaktes zwischen Insekt und Giftstoff die Initialtoxizität der Wirkstoffe DDT und M 410 steigern läßt, ergab, daß die Aktivität der beiden Wirkstoffe gegen *Calandra granaria* im Petrischalen-Filtertest durch gleichzeitige Anwendung von Reizmitteln (halogen. Phenolen) gegenüber dem normalen Test bis zu 15 % erhöht werden kann.

(Eingegangen am 25. August 1948.)

Anschrift des Verfassers: Berlin-Moabit, Putlitzstraße 14.

Vorteile der Frühbestäubung bei der Nonne unter besonderer Berücksichtigung der Tachinenvermehrung

Von

Hellmuth Gäbler, Tharandt

Unter einer „Frühbestäubung" soll hier eine Bestäubung verstanden werden, die möglichst frühzeitig im Jahre gegen das erste Raupenstadium durchgeführt wird. Sie ist also der Gegensatz zu einer Spätbestäubung. Es muß dies erwähnt werden, da unter einer Frühbestäubung oft auch die am frühen Morgen stattfindende Bestäubung im Gegensatz zur Abendbestäubung verstanden wird. Letztere sollte deshalb besser als Morgenbestäubung bezeichnet werden.

Haben wir es mit einem sehr umfangreichen Auftreten eines Schädlings zu tun, wie dies z. B. bei der Massenvermehrung der Nonne im Kreise Schleusingen (Westthüringen) 1944 der Fall war, wo man anfangs mit einer Bestäubungsfläche von bis zu 7500 ha rechnete, die sich aber später erfreulicherweise auf knapp 4000 ha verringerte, so leuchtet ohne weiteres ein, daß mit der Bestäubung sehr zeitig begonnen werden muß, um möglichst viel Zeit für die Durchführung einer solch umfangreichen Aktion zu haben, da ja nicht immer mit gutem Wetter gerechnet werden kann. Gerade bei der soeben erwähnten Flugzeugbestäubung hat nur der frühzeitige Beginn der Bestäubung eine restlose Durchführung derselben ermöglicht, weil in den Monaten Mai bis Anfang Juli im Thüringer Wald vorwiegend ungünstiges Wetter herrschte und die Aktion hinauszögerte.

Bei einer Frühbestäubung kommt es aber besonders auf den richtigen Zeitpunkt des Beginns dieser Maßnahme an. Aus diesem Grunde muß vor Beginn derselben eine sehr gewissenhafte Eischlüpfkontrolle vorgenommen werden. Am besten erfolgt diese durch die Kombination zweier Methoden. Bei der ersten sucht man sich Eigelege im unteren Stammabschnitt, besonders an den Wurzelanläufen auf und umleimt diese. Die Wurzelanläufe sind deshalb zu bevorzugen, da dort erfahrungsgemäß die Eier zuletzt schlüpfen. Besonders sind die Eigelege an der der Sonneneinwirkung abgewandten Nordseite der Stämme im Bestandsinneren genau zu beobachten. Ist kein Raupenleim vorhanden, so können die Eigelege im Notfall auch ringförmig bis auf das Kambium umrissen werden, so daß das austretende Harz die geschlüpften Räupchen am Verlassen der Spiegel hindert. Allerdings hat diese Methode allerhand Nachteile und gestattet kein sauberes Arbeiten, weil das Harz meist in den Kreis hineinläuft. Da die Eiräupchen einige

Tage in den Raupenspiegeln sitzen und erst dann mit Aufbaumen beginnen, muß auch das Aufbaumen besonders überwacht werden. Zu diesem Zweck werden in dem für die Bestäubung vorgesehenen Gebiet Probestämme mit Leimringen versehen, die, sobald das Schlüpfen der Räupchen begonnen hat, mindestens alle 2 Tage zu kontrollieren sind. Dabei müssen die Räupchen unter dem Leimring gezählt und getötet werden. Das Zählergebnis ist jedesmal zu notieren und am Schluß der Kontrollzeit, die mit Beginn der Bestäubung beendet werden kann, dem Bestäubungsleiter zu übergeben, der danach den Bestäubungsplan festlegt. Selbstverständlich müssen besonders im Mittelgebirge, wo sich ein Bestäubungsgebiet oft über Höhenlagen mit 300—400 m Höhenunterschied hinzieht (im Kreise Schleusingen 1944 von rund 380 bis 700 m), Schlüpf- und Aufbaumkontrollen in den verschiedensten Höhenlagen durchgeführt werden. In Tabelle 1 seien einige Beispiele für die Raupenkontrolle unter den Leimringen angeführt, die bei anfangs täglichem Absuchen im Forstamt Dietzhausen gewonnen wurden.

Tabelle 1

Raupenabsuchergebnisse unter den Leimringen 1944.

Stamm Nr.	11. 5.	12. 5.	13. 5.	14. 5.	15. 5.	16. 5.	17. 5.	18. 5.	19. 5.	20. 5.	21. 5.	24. 5.	27. 5.
1.	24	31	26	39	—	—	23	60	66	16	22	2	3
2.	35	115	179	218	5	8	67	212	166	100	92	17	12
3.	240	268	274	447	2	10	103	253	323	156	152	4	4
4.	69	106	68	90	—	3	20	145	154	116	227	19	8
5.	13	43	92	183	13	3	54	188	211	116	217	55	—

Die Stämme der Tabelle 1 standen alle in derselben Höhenlage (rund 500 m) nur wenig voneinander entfernt (die am weitesten entfernten Stämme nur rund 150 m). Man ersieht aus dieser Aufstellung, daß der Höhepunkt des Aufbaumens an diesem Standort zwischen dem 18.—21. Mai erreicht war. Erwähnt muß noch werden, daß ein Teil der am 24. und 27. Mai gefundenen Raupen bereits zum zweitenmal aufbaumte, denn diese Tiere standen schon kurz vor der ersten Häutung.

Nachdem die Methoden beschrieben sind, die uns einen Einblick in das Schlüpfen und Aufbaumen der Eiräupchen vermitteln, ergibt sich die Frage, zu welchem Zeitpunkt frühestens mit der Bestäubung begonnen werden kann. Genügt es bereits, wenn die Räupchen geschlüpft sind, oder müssen sie schon aufgebaumt sein? WELLENSTEIN schreibt dazu: „Die Begiftung muß beginnen, wenn 90% der Räupchen aufgebaumt sind.“ Dies stimmt zweifellos, denn die in den Spiegeln ruhig und zum Teil unter Rindenschuppen verborgen sitzenden Räupchen werden bei einer zu frühen Bestäubung größtenteils nicht getroffen werden. Besonders schwierig ist aber die Bestimmung des Bestäubungszeitpunktes in den letzten Jahren einer Massenvermehrung, da sich in diesen Jahren erfahrungsgemäß das Schlüpfen der Eier sehr

weit zeitlich auseinander zieht, so daß es vorkommt, daß neben frisch geschlüpften Raupen schon das zweite, ja manchmal sogar das dritte Raupenstadium vorhanden ist. Es handelt sich dabei offenbar weniger um ein späteres Schlüpfen ganzer Gelege, sondern um die Verlängerung der Entwicklungszeit eines Teiles der Eier eines Eigeleges. Um die Lebensfähigkeit der zuletzt geschlüpften Räupchen verschiedener Gelege nachzuprüfen, wurden diese zu Aufzuchtversuchen angesetzt. Leider konnte aus technischen Gründen die Zucht nicht bis zu Ende durchgeführt werden, doch stellte sich dabei heraus, daß die Sterblichkeit dieser zum Teil schon beim Schlüpfen sehr kleinen und kümmerlichen Räupchen bereits im ersten und zweiten Stadium sehr hoch war. Also ist es von geringer Bedeutung, daß man auf diese Nachzügler bei Festsetzung des Bestäubungsbeginns Rücksicht nimmt, da ein großer Teil von ihnen sowieso schon als junge Raupe zugrunde geht.

Es kommt aber nicht nur darauf an, mit der Bestäubung zum frühestmöglichen Zeitpunkt zu beginnen, sondern sie, soweit dies die Witterung irgend gestattet, so rasch als möglich vorwärts zu treiben, wie dies auch WELLENSTEIN und SCHWERDTFEGER betont haben, denn es muß uns aus verschiedenen Gründen daran gelegen sein, eine Bestäubung baldmöglichst zu beenden. Diese Gründe sollen an Hand von Erfahrungen, die der Verfasser 1940 und 1941 im Gebiete von Marienbad—Karlsbad, im sächsischen Vogtland und besonders 1944 im Kreise Schleusingen (Westthüringen), wo wegen der Größe der Befallsfläche und der Schwierigkeiten im fünften Kriegsjahr der Fall besonders kompliziert lag, sammeln konnte, erörtert werden.

Wie bereits erwähnt, steht bei einer Frühbestäubung der größtmögliche Zeitraum für die Durchführung zur Verfügung. Außerdem gelingt die Abtötung der jüngsten Raupenstadien am besten, da sie am giftempfindlichsten sind (siehe auch SCHWERDTFEGER). Dies hat den weiteren Vorteil, daß eine geringere Giftmenge je Hektar zur Abtötung ausreicht, was einesteils die Nebenschäden der Bestäubung inner- und außerhalb des Waldes und die Bestäubungskosten herabsetzt. So kommt WELLENSTEIN auf Grund von Versuchen mit den Dinitroorthokresolmitteln Detal, Effusan, Novosil, K III usw. zu dem Ergebnis, daß eine „Frühbegiftung" mit 60 kg/ha die gleiche Wirkung wie eine Spätbegiftung mit 90 kg/ha erzielt. Im Mittelgebirge genügen erfahrungsgemäß diese Mengen, wie auch aus WELLENSTEINS Erfahrungen bei den früheren Bestäubungen in Westthüringen hervorgeht, meist noch nicht, da mit wesentlichen Giftverlusten durch Abströmen der Giftwolken in Senken und Täler selbst bei günstigem Stäubewetter gerechnet werden muß. Hier empfiehlt es sich mit 90 kg/ha gegen das erste Raupenstadium zu beginnen und die Giftmenge im Laufe der Weiterentwicklung nach Bedarf zu steigern. In den meisten Fällen wird man mit 120 kg/ha gegen die älteren Stadien auskommen. Wenn man also bei einer rasch vonstatten gehenden

Frühbestäubung auf dem größten Teil der Befallsfläche mit einer Giftmenge von 90 kg/ha auskommt, so spart man gegenüber einer Spätbestäubung mit 120 kg/ha 1/4 der Giftmenge. Da die Kosten für 100 kg Dinitroorthokresolmittel rund 65 M. und für Arsenmittel 45 M. betragen, ist dies eine Ersparnis für 1 ha von 19,50 M. bzw. 13,50 M. allein an Giftkosten. Dazu kommen aber noch die Ersparnisse für Lagerung und Antransport der Giftmenge. Das Wichtigste dabei ist aber die Zeitersparnis. Dies soll an einem praktischen Beispiel klar gemacht werden. Es wurden 1944 im Kreise Schleusingen 1260 ha mit 90 kg/ha bestäubt. Das war rund 1/3 der eigentlichen Bestäubungsfläche. Wenn man nun annimmt, daß je Flugzeug auf einem Arbeitsflug 450 kg Giftstaub verstäubt werden und 113 400 kg benötigt wurde, so waren zur Verstäubung 252 Flüge nötig. Hätte aber dieselbe Fläche bei einer Spätbestäubung mit 120 kg/ha bestäubt werden müssen, so wäre eine Giftmenge von 151 200 kg und 336 Flüge benötigt worden. So wurden auf diese Weise 84 Flüge eingespart. Das bedeutet natürlich eine beträchtliche Zeit- und Materialersparnis. Allein an Gift wurden so 37 800 kg mit einem Werte von rund 24 500 M. eingespart.

Auch die Schäden, die durch eine Frühbestäubung angerichtet werden, sind viel geringer als bei einer Spätbestäubung. Wenn wir auch wegen der Größe der Fläche und dem ungünstigen Wetter 1944 in Westthüringen während der gesamten Raupenentwicklungszeit stäuben mußten, so trat doch gerade dabei der Vorteil bei den frühbestäubten Flächen besonders deutlich zutage. Da bei Beginn der Bestäubung noch keine oder fast keine Maitriebe an den Fichten vorhanden waren, traten keinerlei Verbrennungen in diesen Fichtenbeständen auf. Das war besonders wertvoll in stark lichtgefressenen Beständen, denen auf diese Weise die diesjährigen Maitriebe erhalten blieben, und sich somit mancher Baum erholte, der sonst wahrscheinlich abgestorben wäre. Außerdem wurde auf den frühbestäubten Flächen nahezu jeder diesjährige Fraßschaden vermieden, was auch der Erholungsfähigkeit der Bestände zugute kam. Deshalb habe ich auch die am stärksten befallenen Flächen, die zum Teil einen Raupenbefallsdurchschnitt von 6000 Stück je Stamm aufwiesen, zuerst mit bestäubt. Im Suhler Gebiet dagegen konnte ich eine Fläche, deren Fichten beim vorjährigen Fraß bereits zu 40—60 % entnadelt worden waren, die aber in diesem Jahr einen schwächeren Befall zeigte, erst später stäuben. Der Erfolg war außer einer fast restlosen Abtötung der Nonnenraupen leider auch eine nahezu vollständige Verbrennung der Maitriebe, so daß kaum noch eine Erholungsmöglichkeit der stärker befressenen Bäume vorhanden war.

Wesentlich eindrucksvoller war aber noch der Unterschied der landwirtschaftlichen Schäden in der Nachbarschaft früh- und spätbestäubter Waldgebiete. Als die Bestäubung am 19. Mai begann, waren auf den Feldern kaum nennenswert Feldfrüchte vorhanden, bei

denen eine Verbrennungsgefahr durch die verwendeten Dinitroorthokresolmittel Effusan und K III bestand. Nach den bei bisherigen Bestäubungen gemachten Erfahrungen werden ja u. a. besonders Rüben, Kohl, Klee und ähnliche weichblättrige Feldfrüchte geschädigt, alles Früchte, die größtenteils so früh im Jahre in dieser Höhenlage noch nicht auf den Feldern vorhanden waren. Trotzdem traten, von mir erstmalig beobachtet, Schäden an Hafer auf, der noch sehr jung und zart war. Wenn diese Schäden auch anfangs ziemlich schlimm aussahen, so hat sich, zumal in dieser Zeit feuchtes, trübes Wetter herrschte, das meiste wieder verwachsen. An den Gartengemüsen, besonders an Spinat, die ja größtenteils noch sehr zart waren, traten stellenweise schwere Verbrennungen auf. Da aber auch bei den in den späteren Wochen erfolgten Stäubeflügen die Schädigungen an Gartenfrüchten bedeutend waren, so hatte die Frühbestäubung hier wenigstens den Vorteil, daß dabei die vernichteten Pflänzchen so zeitig wieder ersetzt werden konnten, daß noch ein ausreichender Ertrag erzielt werden konnte, was bei der Spätbestäubung nicht mehr in allen Fällen möglich war. In der Nachbarschaft der später bestäubten Waldgebiete traten schwere Schäden an Klee, Rüben, Kraut, Kohl u. ä. auf, die recht empfindliche Schadenersatzansprüche nach sich zogen.

In diesem Zusammenhang sei auf die beigefügte Teilaufstellung von Schadenersatzzahlungen verwiesen. In der Nähe der Gemeinden 1—6 wurde zuerst gestäubt. An sie wurde insgesamt 1809,80 M. Schadenersatz für Feld- und Gartenfrüchte gezahlt. An die Gemeinden 7—12, deren Feldgrenze längs des Bestäubungsgebietes ungefähr die gleiche Länge hatte wie die der ersten 6 Gemeinden, mußten dagegen 8103,96 M. Entschädigungen gezahlt werden. Es war also zwischen den Schäden der Frühbestäubung und denen der Spätbestäubung ein recht beträchtlicher Unterschied.

Teilaufstellung des Schadenersatzes bei der Nonnenbestäubung in Thüringen 1944

1.	Gemeinde Dietzhausen	380,30	M.
2.	„ Mäbendorf	76,—	„
3.	„ Wichtshausen	137,—	„
4.	„ Rohr	79,80	„
5.	Hugo Leyh, Staatsgut Meiningen-Helba	250,—	„
6.	Gemeinde Suhl 2	886,70	„
		1809,80	M.
7.	Gemeinde Grub	1071,—	M.
8.	„ Oberstadt	4930,25	„
9.	„ Schleusingen	158,40	„
10.	„ Gethles	951,95	„
11.	„ Eichenberg	18,—	„
12.	„ Bischofsrod	974,36	„
		8103,96	M.

Für den Bekämpfungserfolg ist aber oft entscheidend die Schonung der Parasiten bei einer Frühbestäubung. Es handelte sich im vorliegenden Fall vorwiegend um die Tachinenart *Parasetigena segregata* Rond. Da diese erst einige Zeit nach dem Schlüpfen der Nonnenräupchen zu fliegen beginnt, wird sie bei einer Frühbestäubung nicht oder nur zum kleineren Teil getroffen. Dies ist für einen durchschlagenden Bestäubungserfolg oft von ausschlaggebender Bedeutung. Zu Beginn einer Massenvermehrung der Nonne sind Tachinen meist kaum zu finden, erst im Laufe der nächsten Jahre treten sie mehr oder weniger stark auf, sind aber bedauerlicherweise im allgemeinen nicht imstande, eine Nonnenmassenvermehrung vor Auftreten eines umfangreicheren Schadens zu beenden. Andererseits gelingt bei einer Bestäubung eine wirklich 100prozent. Abtötung der Schädlinge nur in den allerseltensten Fällen. Bleiben aber nur 2 % der Raupen am Leben, so kann dies in einem schwer befallenen Revier unter Umständen den ganzen Bestäubungserfolg in Frage stellen. Bei der vom Verfasser 1944 in Westthüringen geleiteten Bestäubung fanden sich Flächen, die einen Raupenbefallsdurchschnitt von 6000 Stück je Stamm hatten. Wären in diesem Fall auch nur 2 % der Raupen am Leben geblieben, so bedeutete dies einen Befall von 120 Falter je Stamm. Es würde sich also hier bereits im nächsten Jahr eine erneute Bestäubung nötig gemacht haben. Um nun an diesen sehr stark befallenen Stellen einen diesjährigen Fraßschaden und Verbrennungsschäden an den Maitrieben zu vermeiden und die Tachinen zu schonen, wurden diese Gebiete zuerst bestäubt. Da die Nonne auf diesen Flächen schon seit Jahren fraß, hatte hier auch eine beträchtliche Vermehrung der Tachinen stattgefunden, die an sich allein aber die gewaltigen Raupenmengen natürlich nie hätten bewältigen können. Nachdem aber die Bestäubung den größten Teil der Raupen abgetötet hatte, konnten die immerhin recht ansehnlichen Tachinenmengen, die durch Frühbestäubung verschont worden waren, den größten Teil der restlichen Raupen tachinieren und auf diese Weise weiter dezimieren. Man könnte ja nun annehmen, daß bei einer Spätbestäubung die Tachinen ihre Eier großenteils schon abgelegt hätten und so ihre Vernichtung keine so große Rolle spielen würde. Das stimmt aber keineswegs. Die Latenzperiode, d. h. die Zeitdauer, die von der Begattung bis zur Eiablage vergeht, ist wie PRELL und BAER betonen, weitgehend temperaturbedingt und beträgt nach PRELL bei 16—20 ° C Durchschnittstemperatur 12 Tage. BAER gibt sie mit 1—3 Wochen an. Bei dem 1944 im Thüringer Wald herrschenden kühlen Wetter hat sie sicher 2½—3 Wochen betragen. Tachinen, die also während dieser Frist abgetötet werden, kommen nicht zur Eiablage, und das dürften bei einem späteren Bestäubungstermin die meisten Tiere sein. Im Falle einer Spätbestäubung haben aber außerdem die in der Minderzahl vorhandenen Tachinen eine große Menge Raupen vor sich, während sich die bei der Frühbestäubung geschonten Tachinen auf den geringen von

der Bestäubung nicht abgetöteten Raupenrest stürzen, worauf auch Gößwald im Zusammenhang mit einer Pyrethrumbestäubung hinweist. Bei der Spätbestäubung werden außerdem ein großer Teil von Tachinenlarven infizierter Raupen abgetötet, und so für die Weiterentwicklung der Kalamität ausgeschaltet.

Man konnte auch bei der Westthüringer Bestäubung feststellen, daß in den frühbestäubten Beständen 1944 ein sehr starker Tachinenflug beobachtet werden konnte, was auf den später bestäubten Flächen nicht der Fall war, dafür konnte dort sofort nach der Bestäubung ein starker Totenfall von Tachinen beobachtet werden. Während an den meisten Stellen des Bestäubungsgebietes wegen der geringen Zahl überlebender Raupen keine näheren Beobachtungen über die Parasitierungsverhältnisse gemacht werden konnten, war an einer Stelle, die gleich zu Beginn bestäubt wurde, die Abtötung der Raupen nur schätzungsweise 80 %, so daß noch größere Mengen am Leben geblieben waren. Es fielen dort nach der Bestäubung vom 20.—21. Juni 1944 stündlich auf eine Kottafel von 30 × 30 cm Größe 12,1 Kotkrümel. Vor der Bestäubung konnte hier selbstverständlich keine Kotkontrolle durchgeführt werden, da dies bei den damals vorhandenen Eiräupchen nicht möglich war, und so leider auf Grund der Kotkontrolle der prozentuale Abtötungserfolg nicht berechnet werden konnte. Einen Anhaltspunkt über die Befallstärke in diesem Revierteil erhalten wir aber durch folgende Ergebnisse. Im Sommer 1943 wurden dort an Probestämmen bis in 3 m Höhe bei einer jeden dritten Tag durchgeführten Konrolle je Stamm 100,1 Falter, darunter 26,3 Weibchen gezählt, also ein recht beträchtlicher Befall.

Da hier genügend Material zu finden war, soll dieser spezielle Fall näher behandelt werden. Allerdings handelt es sich dabei nicht um systematische Untersuchungen, sondern nur um Beobachtungen, die ich nebenbei machen konnte. Da es sich aber hierbei um Freilandbeobachtungen handelt, scheinen sie mir veröffentlichungswert, da die meisten früheren Tachinenbeobachtungen (Baer, Gößwald, Prell) ja vorwiegend auf Zwingerversuchen beruhen, und auch nur ein Teil der ostpreußischen Tachinenuntersuchungen auf wirklichen Freilandbeobachtungen fußen (besonders ein Teil derjenigen von Niklas). Kurz sei noch darauf eingegangen, welche Ursachen wohl im vorliegenden Fall nur zu einem Teilerfolg geführt haben könnten. Es lag natürlich der Verdacht nahe, daß die Bestäubung an dieser Stelle vielleicht zu früh begonnen haben könnte, denn wenn auch sicher fast alle Eier zum Bestäubungsbeginn am 19. Mai geschlüpft waren, so war ein Teil der Raupen noch nicht aufgebaumt. Ich verweise in diesem Zusammenhang auf Tabelle 1, nach der am 20. und 21. Mai noch größere Mengen Raupen aufbaumten, allerdings lag der Revierteil, in dem die Bäume der Tabelle 1 standen, höher als das in Frage kommende Revier, so daß in letzterem wahrscheinlich schon ein größerer Prozentsatz der Raupen aufgebaumt war. Andererseits war aber die Wirkung der Bestäubung

auf einer anderen Befallsfläche in gleicher Höhenlage, die am selben Tage bestäubt worden war, gut. Außerdem konnte ich bei späteren Waldbegängen in dem Revierteil mit unzureichender Abtötung keineswegs eine einheitliche Wirkung auf der gesamten Fläche feststellen. Die Giftwolke hatte also offenbar nicht gleichmäßig gelegen. Das ließ sich am besten an den Moospolstern feststellen, die durch Kresolmittel stark vergilben. Nun konnte man deutlich sehen, daß an den Stellen, an denen die Moospolster vergilbt waren, kaum noch Kotfall zu beobachten war, während an Stellen mit grünen Moospolstern der oben erwähnte starke Kotfall zu finden war. Also konnte hier der Mißerfolg nur auf einer ungleichen Verteilung des Giftstaubes beruhen und nicht auf einem zu frühen Bestäubungsbeginn.

Einen wie großen Einfluß die Tachinierung auf die Weiterentwicklung einer Massenvermehrung der Nonne haben kann, ist schon oft erörtert worden, und es liegen auch von vielen Autoren Angaben über die prozentuale Parasitierung bei verschiedenen Nonnenkalamitäten vor. Ich verweise in diesem Zusammenhang auf die Zusammenstellungen von NIKLAS und die in Sachsen gewonnenen Ergebnisse von NOLTE. Mir sind aber bisher noch keine Beobachtungen bekannt geworden, die nach einer Frühbestäubung gewonnen wurden. Deshalb soll nun auf den Belag der Nonnenraupen mit Tachineneiern auf der oben erwähnten Fläche näher eingegangen werden. Zuerst seien die tachinierten Raupen untersucht, wobei noch nicht entschieden sei, ob diese Raupen auch tachinös, also mit Tachinenlarven im Körperinneren infiziert waren (siehe ESCHERICH). Das erste Ei wurde anläßlich eines Revierganges erst am 18. Juni auf einer Nonnenraupe gefunden, obgleich schon längere Zeit große Mengen Tachinen schwärmten.

Tabelle 2

Nonnenraupen mit und ohne Tachineneier.

Datum	24. 6.		25. 6.		28. 6.		1. 7.		8. 7.	
	Stck.	%	Stck.	%	Stck.	%	Stck.	%	Stck.	%
ohne Ei:	31	65	36	61	71	38	59	36	62	32
mit Ei:	17	35	23	39	114	62	106	64	131	68

Wie aus Tabelle 2 zu ersehen ist, nahm dann der Eibelag rasch zu, so waren am 24. Juni bereits 17 von 48 Raupen oder 35 % der untersuchten Tiere belegt. Dieser Prozentsatz steigerte sich dann am 25. Juni auf 39 %, am 28. Juni auf 62 %, am 1. Juli auf 64 % und am 8. Juli sogar auf 68 %. Die Raupen wurden an den Bestandsrändern und in Bestandslücken, in denen jüngere Stangenhölzer standen, an den herabhängenden Zweigen entnommen. Da aber geklärt werden mußte, ob diese Verhältnisse auch mit denjenigen in den Baumkronen des Bestandsinneren übereinstimmten, wurde am 8. Juli durch Probefällungen der Prozentsatz der mit Eiern belegten Raupen in den Kronen festgestellt. Hier fand sich eine Belagsstärke von 72 % im

Gegensatz zu einer solchen von 68 % an den herabhängenden Zweigen (NIKLAS fand bei Kontrolle der Eiablage als höchstes Tachinierungsprozent 38 %). Sie war also in den Kronen sogar noch um ein Geringes höher als unten. Es verhielten sich demnach hier die tachinierten Raupen anders als dies laut Schrifttum (PRELL u. a.) bei tachinösen Raupen der Fall ist. Das dürfte auch erklärlich sein, denn die tachinierten Raupen haben ja noch keine Beschwerden und deshalb keinen Grund zu Boden zu gehen, und so sind demnach unten nicht mehr tachinierte Raupen zu finden als in den Kronen. Hier war sogar das Gegenteil der Fall, und dies lag bei vorliegenden Beobachtungen wohl daran, daß die meisten Tachinen während des größten Teils der Flugzeit oben in den Kronen schwärmten und somit dort die Aussicht mit Eiern belegt zu werden, für die Raupen größer war als in den unteren Regionen. Es kann dies allerdings auch darauf beruhen, daß sich die Raupen kurz vor der Häutung, wie dies auch PRELL betont, oft nach unten begeben, und man dann vielleicht zu gewissen Zeiten zahlreiche frisch gehäutete Tiere findet, die noch nicht wieder mit Eiern belegt sind. Da die erste Puppe (ein verkümmertes Männchen) erst am 12. Juli gefunden wurde, die Raupen sich ungefähr je zur Hälfte im vierten und fünften Stadium befanden, ja vereinzelt sogar noch drittes Stadium vorhanden war, hatten die Fliegen immer noch etwas Zeit, um an weiteren Raupen ihre Eier abzulegen. Leider hatte ich nicht die Möglichkeit, den Prozentsatz der tachinösen Raupen an Ort und Stelle festzustellen. So mußte ich mich später mit der Präparation von in Formalin fixiertem Material begnügen, dabei ist natürlich wahrscheinlich ein Teil der kleinen Tachinenlarven übersehen worden. Also dürften die hier erwähnten Prozente tachinierter Raupen zu gering sein. Material vom 8. Juli wurde zu dieser Untersuchung verwandt, nachdem sich gezeigt hatte, daß am 1. Juli eingesammelte Raupen zwar schon 64 % tachiniert, aber noch nicht tachinös waren. Bei dem Formalinmaterial konnte ich durch Präparation 63 % der Raupen als tachinös feststellen. So lag die Zahl der tachinösen Raupen nur 5 % unter den tachinierten. Interessanterweise war nur ein ganz geringer Prozentsatz der an den Raupen abgelegten Eier schon geschlüpft, und die in den Raupen gefundenen Larven müssen also aus Tachineneiern stammen, die bereits in den früheren Stadien an die Raupen abgelegt worden waren. Demnach wird auch ein großer Teil dieser Eier, noch bevor die nächste Häutung bzw. Verpuppung stattfand, von den Larven verlassen und weitere Raupen auf diese Weise tachinös geworden sein. Es dürfte also bis zur Verpuppung sämtlicher Raupen ihr tachinöser Prozentsatz noch beträchtlich gestiegen sein, und sicher mindestens zwischen 70 und 80 % gelegen haben. Da nun meist beobachtet werden kann, daß die jüngeren Stadien (zweites und drittes) beim Vorhandensein größerer Raupen weniger tachinös sind, so mußten eigentlich auch die Raupen des vierten Stadiums weniger tachinös sein als die gleichzeitig vorhandenen des fünften Stadiums.

Untersuchungen ergaben im vorliegenden Fall für das vierte Stadium 84 % und für das fünfte Stadium 82 %, also gerade das umgekehrte Verhältnis, das zu erwarten war. Da die Versuchstiere aber mitten in der Haupthäutungszeit vom vierten zum fünften Stadium entnommen wurden, ist hier ein klares Bild nicht zu erwarten. An Material, das am 1. und 2. Juli entnommen wurde und sich in bezug auf seine Stadien verhielt: III : IV : V = 1 : 17 : 9, wurde die Häufigkeit der Tachinierung dieser Stadien festgestellt. Es bestätigt sich die in der Literatur schon oft erwähnte Angabe und das von v. FINCK bei Zwingerversuchen erhaltene Ergebnis, daß das kleinste (hier dritte) Stadium mit 27 % die geringste Tachinierung aufwies (nach LOOS wird die Raupe erst vom dritten Stadium an belegt), während das vierte und fünfte Stadium mit 52 bzw. 58 % weit höher lägen. Allerdings zeigt auch dieses Ergebnis nur einen geringen Unterschied zwischen diesen beiden Stadien. Dies deckt sich mit NIKLAS' Freilandergebnissen, die er in stärker befallenen Gebieten erhielt, wo auch der Eibelag der älteren Stadien (viertes Stadium — Vorpuppe) ziemlich gleich war.

Viel ist im Schrifttum über die Eiverluste bei den Häutungen der Raupen geschrieben worden, denn da die Fliegeneier eine je nach Temperatur verschieden lange Entwicklungszeit benötigen (nach PRELL bei 20° C 3, bei 12—14° 6 und mehr Tage), wird ein mehr oder weniger großer Teil davon vor dem Schlüpfen der Larven mit der Raupenhaut abgestreift und geht dadurch verloren. Ein gewisser Vorteil ist dabei, daß bei kühler Temperatur, welche die Tachinenentwicklung verzögert, auch die Raupenentwicklung und damit die Häutungen hinausgezogen werden. Während LOOS diesen Verlust anfangs mit 40 %, später mit 35 % angibt, kommt PRELL auf Grund seiner Versuche und Berechnungen nur auf einen Prozentsatz von 20—25 %. Exakte Beobachtungen über diese Frage konnte ich leider nicht machen, doch scheinen mir letztere Angaben etwas niedrig zu sein (auch NIKLAS kommt zu höheren Zahlen). Zu einer anderen Seite der Eiverlustfrage sei aber noch einiges erwähnt, weil sie besonders im vorliegenden Fall, in dem durch die vorhergegangene Frühbestäubung die Tachinen im Verhältnis zu den Raupen sehr zahlreich waren, eine bedeutende Rolle spielte. Alle Autoren, die sich mit dieser Frage befaßt haben, stimmen darin überein, daß an eine Raupe oftmals mehr als ein Ei abgelegt wird und auch, wie u. a. PRELL betont, tachinöse Raupen nochmals tachiniert werden. Es sind diese Tatsachen auch stellenweise mit Zahlen belegt worden, da diese aber mit einigen Ausnahmen (NIKLAS) nicht Freilandbeobachtungen entstammen, möchte ich einige in diesem Zusammenhang festgestellte Zahlen mitteilen.

Tabelle 3

Tachineneibelag der Einzelraupen

Eizahl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	18
Raupenzahl	318	160	80	29	16	13	11	2	1	—	1	—	—	1	1

Tabelle 3 zeigt, ein wie großer Anteil der mit Eiern belegten Raupen mehrere Eier trug. Es waren von 633 Raupen fast 50 %, nämlich 315 Stück, wovon wiederum nahezu die Hälfte (160 Stück) mit 2 und rund ein Viertel (80 Stück) je 3 Eier trugen. Im Versuch ist natürlich unter den gegebenen Umständen ein sehr hoher Eibelag je Raupe zu erreichen. Im Freiland dürften aber Tiere mit 11, 14 und sogar 18 Eiern, wie ich sie hier beobachten konnte, eine Seltenheit sein. Ja schon die Beobachtung von 29 Stück vierfach, 16 Stück fünffach, 13 Stück sechsfach, 11 Stück siebenfach, 2 Stück achtfach und 1 Stück neunfach belegen Raupen unter 633 tachinierten Tieren dürfte nicht sehr häufig vorkommen. Auch dies ist eine Folge des durch die Frühbestäubung zugunsten der Tachinen verschobenen Zahlenverhältnisses. Daß hierdurch ein ganz wesentlicher Eiverlust eintritt, liegt klar auf der Hand. Er spielt eine um so größere Rolle, da die Nonnentachine *Parasetigena segregata* Rond. eine verhältnismäßig geringe Menge Eier produziert. PRELL konnte im Höchstfall 181 beobachten und vermutete rund 200 Stück, v. FINCK erhielt 218. Nun fanden sich aber auch bei den tachinierten Raupen zum großen Teil außerdem noch Larven im Körperinneren. Am 8. Juli entnommene Raupen zeigten bei Präparation das aus Tabelle 4 zu entnehmende Ergebnis, getrennt nach viertem und fünftem Raupenstadium, denn nach PRELL u. a. sind die ersten drei Stadien nicht imstande, eine Made zu ernähren und auch junges viertes Stadium soll oft noch nicht dazu fähig sein, was ich hier nicht nachprüfen konnte.

Tabelle 4

Tachinenei- und Madenzahl an Nonnenraupen

| | | |

geschildert wurden, liegen natürlich nur dort vor, wo der Parasit gegenüber dem Wirt einen Vorsprung gewonnen hat. Da zwischen dem Untersuchungstermin und dem voraussichtlichen Verpuppungstermin der Nonnenraupen noch längere Zeit zur Verfügung stand, hat sicher nicht nur das Parasitierungsprozent, sondern auch die Zahl der Larven in den einzelnen Raupen noch weiter zugenommen, und dadurch wäre der Verlust der Tachinen noch größer geworden. Nun ist aber für die künftige Entwicklung der Verhältnisse im folgenden Jahr noch zu berücksichtigen, daß sich in einer Raupe meist nur 1—2 Tachinenlarven voll entwickeln können. Wenn wohl auch gelegentlich in Ausnahmefällen bis zu 4 Maden, allerdings anderer Tachinenarten, eine Verpuppung gelingt, so sind die daraus hervorgehenden Puppen sehr klein, und die sich daraus entwickelnden Tachinen können nur einen geringen Prozentsatz der normalen Eizahl produzieren. Im günstigsten Falle stirbt in überbelegten Raupen nur ein Teil der Maden ab und ein oder zwei Tiere entwickeln sich bis zur Puppe. Oft sterben aber in diesem Fall, unter Umständen durch den frühzeitigen Tod des Wirtes alle Parasiten ab. Auch hierdurch wird die Zahl der Tachinen für das kommende Jahr weiter herabgesetzt. Ist dann die Nonnenkalamität im wesentlichen zusammengebrochen, so spielt dies keine praktische Rolle mehr.

Ferner sei noch mitgeteilt, daß die in den Raupen des vierten und fünften Stadiums am 8. Juli gefundenen Tachinenmaden vorwiegend, und zwar zu 92 % dem ersten Stadium angehörten, das zweite Stadium war nur zu 5 % und das dritte zu 3 % vertreten.

Die Verteilung der abgelegten Eier auf den verschiedenen Körpersegmenten der Raupe ist ziemlich wahllos, ebenso wie die Schlüpfstellen der Maden aus den Raupen und für unsere Untersuchung nicht von Interesse. Ich verweise in diesem Zusammenhang auf PRELLS und NIKLAS' Zusammenstellungen.

Trotz dieses hohen Ei- und Larvenverlustes zeigen aber die vorliegenden Beobachtungen, welche große Bedeutung gerade bei einer Frühbestäubung in einem Gebiete, in dem die Nonne schon seit einigen Jahren frißt, die Tachinen haben können, und damit findet sich WELLENSTEINS Ansicht bestätigt, die er in folgenden Worten ausspricht: „Besonders gegen Ende einer Kalamität kann eine richtig eingesetzte Begiftung die Wirksamkeit der Schmarotzer erhöhen." In nicht bestäubten stark befallenen Gebieten kann die Nonnentachine oft aus zwei Gründen nicht zu so großer Wirkung kommen. Erstens weil dort das Verhältnis Nonne : Tachinen meist ungünstig für die Tachinen liegt und sich diese außerdem in den Nonnenbefallszentren nach NIKLAS durch Abwanderung der Fliegen in die schwächer befallenen Randgebiete noch weiter zuungunsten der Tachine verschiebt. Nicht unwichtig scheint mir aber ferner die Beobachtung von NIKLAS, daß tachinöse Nonnenraupen in ihrer Fraßtätigkeit erheblich geschwächt sind und nur durchschnittlich die Hälfte der normalen Kot-

menge produzieren. Bei einem hohen Parasitenbefall wirkt sich dies sicher auch günstig auf den Fraßschaden aus.

Bei Waldbegängen während der Hauptflugzeit des Nonnenfalters in der Zeit vom 23.—28. August 1944 waren in diesem Teil des Bestäubungsgebietes nur ein weiblicher und einige wenige männliche Falter zu sehen. Also ein sehr guter Erfolg, während auf einer anderen Fläche, auf der ursprünglich auch viele Tachinen schwärmten, die aber am 26. und 28. Juni nachbestäubt wurde, noch größere Mengen Falter zu finden waren, dabei war der Kotfall sogar noch etwas geringer dort gewesen als auf der Tachinenversuchsfläche. Die Nachbestäubung fiel also wohl mitten in die Hauptschwärmzeit der Tachinen. Man sollte demnach in Gebieten, in denen zahlreiche Tachinen vorhanden sind, nur in den dringendsten Fällen Nachbestäubungen durchführen.

Die Vorteile einer Frühbestäubung liegen also klar auf der Hand. Sie spart Gift, Kosten, Arbeit und Material, vermindert die Verbrennungsschäden im Walde und an Feld- und Gartenfrüchten und sichert einen größeren Erfolg, da die jungen Raupen giftempfindlicher sind als die älteren, und die Parasiten, besonders die Tachinen geschont werden und mehr zur Wirkung kommen können. Mit Nachbestäubungen in tachinenreichen Gebieten ist größte Vorsicht geboten. Sie sollte unterbleiben, wenn dies einigermaßen zu verantworten ist.

Schrifttum

Baer, W., Die Tachinen als Schmarotzer der schädlichen Insekten. Berlin 1921 und Ztschr. angew. Ent. 6 u. 7, 1920 u. 1921.

Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas. Bd. V. Berlin 1942.

Finck, E. v., Untersuchungen über die Lebensweise der Tachine *Parasetigena segregata* Rond. in der Rominter Heide (1935) sowie einige Beobachtungen über Schlupfwespen. In: Wellenstein, Die Nonne in Ostpreußen. Monogr. z. angew. Ent. 15, 1942.

Gäbler, H., Schädigungen an Laub- und Nadelholz durch Novosil und verwandte Stäubemittel und deren Wirkung auf Nonnenraupen und Nematuslarven Ztschr. angew. Ent. 25, 1939.

Göszwald, K., Zur Biologie und Ökologie von *Parasetigena segregata* und *Sarc. schützei* nebst Bemerkungen über die forstliche Bedeutung der beiden Arten. Ztschr. angew. Ent. 21, 1935.

Loos, C., Einige Beobachtungen, Versuche und Untersuchungen über die Lebensweise der Tachine *Parasetigena segregata* aus Libocher Herrschaftsgebiet. Vereinsztschr. f. Forst, Jagd u. Naturk. 1916/17.

Niklas, O.-F., Zum Massenwechsel der Tachine *Parasetigena segregata* in der Rominter Heide. In: Wellenstein, Die Nonne in Ostpreußen. Monogr. angew. Ent. 15, 1942.

— — Die Lebensweise der Raupenfliege *Parasetigena segregata* in der Rominter Heide im Hinblick auf eine biologische Bekämpfung der Nonne. Ebenda.

Nolte, H.-W., Die Tachinierung der Nonnenraupen in einigen sächsischen Revieren in den Jahren 1937 und 1938. Thar. Forstl. Jhrb. 90.

PRELL, H., Die Lebensweise der Raupenfliegen. Ztschr. angew. Ent. 1, 1914.
— — Zur Biologie der Tachine *Parasetigena segregata* und *Panz. rudis*. Ztschr. angew. Ent. 2, 1915.
— — Zur Biologie der Nonnentachine. Vereinsschr. f. Forst-, Jagd- u. Naturk. 1916/17.
SCHWERDTFEGER, F., Prognose und Bekämpfung forstlicher Großschädlinge. Berlin 1941.
— — Die Waldkrankheiten. Berlin 1944.
WACHTL, F. A., u. KORNAUTH, K., Beitrag zur Kenntnis der Morphologie, Biologie und Pathologie der Nonne. Mitt. Forstl. Versuchsw. Österreichs H. 16.
WELLENSTEIN, G., Die Nonne in Ostpreußen. Monogr. angew. Ent. 15, 1942.

Beitrag zur Überwinterung und Fortpflanzungsbiologie von *Blitophaga opaca* L. (Coleopt.)

Von

Dr. P. Blaszyk und Dr. W. Madel

Inhalt:

I. Einleitung. — II. Das Verhalten der Käfer im Spätsommer, Herbst und Winter. 1. Verhalten der Käfer im Spätsommer. 2. Verhalten der Käfer im Herbst und Winter. — III. Aufbewahrung des gesammelten Käfermaterials. — IV. Zuchtversuche im Gewächshaus. 1. Zuchtversuche mit nicht überwinterten Käfern. 2. Zuchtversuche mit eingewinterten Käfern. 3. Weitere Beobachtungen an den Käfern. 4. Weitere Beobachtungen an den Larven. — V. Zusammenfassung. — VI. Wichtige Literatur.

I. Einleitung

Die Untersuchungen wurden in den Monaten August 1944 bis Januar 1945 in Landsberg/Warthe im Institut für Pflanzenkrankheiten und in der Umgebung von Berlinchen (Gut Rehfeld) durchgeführt. Der Rübenaaskäfer *Blitophaga opaca* L. ist als Großschädling an Zucker- und Futterrüben bekannt. Dementsprechend haben sich viele Forscher mit der Untersuchung der Lebensweise des Tieres sowie seiner Bekämpfung befaßt. Trotzdem ist aber noch eine ganze Anzahl wichtiger Fragen, die für die Bekämpfung von Bedeutung sind, offengeblieben.

Unsere Untersuchungen sollten dazu beitragen, die Frage der Überwinterung der Imagines sowie die einzelnen Daten der Lebensweise von Käfern, Larven und Puppen weiter zu klären. Wir möchten nicht versäumen, auch an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. Eidmann für die wertvollen Hinweise und Unterstützungen zu danken, die er uns trotz der damals so schweren Zeit zuteil werden ließ. Ebenso sind wir Herrn Prof. Dr. G. O. Appel für die Überlassung eines Arbeitsplatzes und eines Gewächshauses in seinem damaligen Institut zu großem Dank verpflichtet. Herr Dr. G. Röser unterstützte uns besonders bei der Sammeltätigkeit, auch ihm sei an dieser Stelle gedankt.

II. Das Verhalten der Käfer im Spätsommer, Herbst und Winter

1. Verhalten der Käfer im Spätsommer

Für die später anzusetzenden Zuchten erwies es sich als notwendig, erhebliche Mengen Käfermaterial einzutragen und aufzubewahren, wobei sich die Möglichkeit ergab, zahlreiche Beobachtungen zu sammeln. Die ersten von uns eingebrachten Käfer wurden am 9. September 1944 auf dem etwa 10 ha großen Zuckerrübenfeld des Gutes Rehfeld bei Berlinchen gesammelt, in dessen unmittelbarer Umgebung auch die späteren Feldbeobachtungen zusammengetragen wurden. Die Käfer saßen zu dieser

Zeit selten sichtbar an den oberen Blättern; meist wurden sie erst bemerkt, wenn wir zwischen den Rübenzeilen entlangkrochen und die Pflanzen abschüttelten. Auf diese Weise konnten im Durchschnitt in 15 Minuten etwa 15—20 Käfer gefunden werden. Auffällig war, daß man an den späten Nachmittagsstunden öfter Käfer auf den obersten Blattspitzen sitzen fand.

Der Rübenschlag wurde in Abständen von mehreren Tagen abgesucht. Mit fortschreitender Jahreszeit nahm die Zahl der Käfer ständig ab, da diese offensichtlich vom Felde abwanderten. Wir änderten daher unsere Sammelmethode und gingen dazu über, die zwischen den Rübenzeilen am Boden liegenden trockenen oder vertrocknenden unteren Blätter umzudrehen, unter denen sich viele Käfer verkrochen hatten. Erwähnenswert ist, daß Anfang September zwischen den Rübenzeilen viele Exuvien von Aaskäferlarven lagen, die das Vorhandensein einer zweiten Generation möglich erscheinen ließen.

2. Verhalten der Käfer im Herbst und im Winter

In der Zeit vom 1.—21. Oktober 1944 wurden die in der Umgebung des Rübenfeldes vorhandenen Geländeteile untersucht, die als Winterverstecke für die abgewanderten Käfer in Frage kamen. Den Literaturangaben nach mußten die Käfer in erster Linie am Rande des Waldstreifens zu finden sein, der sich an der Nordseite des Feldes hinzog. Dieser Wald grenzte zur Hälfte mit Buchen und zur Hälfte mit Kiefern an das Rübenfeld. Vom Acker aus leitete ein etwa 1 m breiter Grasstreifen zum Wald über. Im Süden wurde das Feld von einer Landstraße begrenzt, die am Rande des Rübenschlages mit Linden bestanden war; die Abstände von Baum zu Baum betrugen 10 m. Auf der anderen Straßenseite standen Weidenbäume, zwischen denen sich ein etwa 1 m breiter Grasstreifen hinzog. Nach Westen schlossen sich andere Felder dem Rübenschlag an, wogegen seine Ostgrenze von einer Obstallee (Apfelbäume) gebildet wurde. Auch hier zog sich zwischen den Bäumen eine Grasnarbe wechselnder Breite hin, die an ihrem Nordende in ein zum Kiefernwald überleitendes Buschwerk überging. Im Feld selbst befanden sich zwei mit dichtem Buschwerk bewachsene Ödlandstellen und ein Tümpel mit stark versumpften Rändern.

Nach BLUNCK und JANISCH suchen die Rübenaaskäfer im Herbst die Ränder von Nadelholzbeständen auf, um unter der Streu in Humus und Sand in selbstgefertigten kugeligen Höhlen zu überwintern. BLUNCK und GÖRNITZ berichten weiter, die Käfer ausschließlich auf der Sonnenseite von Kiefern- und Fichtenschonungen unter Randbäumen gefunden zu haben. BREMER bestätigt die Beobachtungen der früheren Bearbeiter, kann aber hinzufügen, daß *Blitophaga opaca* L. auch dicht am Rande von Laubwäldern in starker Konzentration überwintert. Voraussetzung sind das Vorhandensein einer dünnen Laublage, leichter, trockener Boden und Möglichkeit der Sonnenbestrahlung. In einem waldlosen Gebiet in

der Nähe von Berlin fand Bremer den Waldrand als Überwinterungsquartier durch die zahlreichen Baumreihen ersetzt, welche die Straßen und Dämme zwischen den einzelnen Rübenfeldern einfaßten. Gegenüber den Befunden von Blunck und seinen Mitarbeitern ist nach Bremer der ökologische Rahmen für die Überwinterung von *Blitophaga opaca* L. vom Nadelwald zum Baum- und Strauchbestand überhaupt erweitert.

Innerhalb dieses Rahmes soll der Rübenaaskäfer jedoch strenger Spezialist sein. Er wählt als Winterlager nur besonders warme, trockene und lockere Bodenstellen mit mäßiger Nadel-, Laub- oder Detritusbedeckung, wie sie auf der Sonnenseite des Grundes von Bäumen und Sträuchern, in größerer Zahl im allgemeinen aber nur an Waldrändern, und zwar vorzugsweise an Nadelwaldrändern zu finden sind. Daher hat der Käfer nach Bremer also nur dort günstige Aussichten, sich stark zu vermehren, wo der Rübenanbau auf leichterem Boden betrieben wird oder doch unmittelbar an leichteren Boden grenzt. Das Massenauftreten des Rübenaaskäfers scheint also nach Bremer und den vorgenannten Autoren in hohem Grade von seiner Überwinterungsmöglichkeit abhängig zu sein. Dagegen läßt nach Schnauer die Verteilung des Schadgebietes in Deutschland eine Abhängigkeit von Überwinterungsmöglichkeiten nicht erkennen. Es scheint nur eine Anlehnung an die drei größten Rübenanbaugebiete Deutschlands und an die westlich davon liegenden kleineren erkennbar zu sein, aber keine Abhängigkeit von klimatischen Bezirken, Bodenarten, Geländegestaltung und Überwinterungsmöglichkeiten sind nach Schnauer von Einfluß auf das dauernde Schadauftreten. Die Untersuchungen Hähnes, des letzten Bearbeiters von *Blitophaga opaca* L., zeigen, daß der Rübenaaskäfer neben den von früheren Verfassern charakterisierten Winterquartieren nicht selten auch Plätze aufsucht, die andere Bedingungen aufweisen. Hierher rechnen dicke Nadelstreu an Stämmen von Hochbäumen, feuchtes Moos und die Borke von Bäumen. Die Käfer werden dort des öfteren auch dann angetroffen, wenn sich ihnen in der Nähe anscheinend günstigere Plätze bieten. Hähne konnte nachweisen, daß die Käfer an solchen Plätzen unter Umständen tatsächlich gut durchwintern.

Aus den Arbeiten aller Autoren geht hervor, daß die Überwinterung von *Blitophaga opaca* L. bisher nur ungenügend geklärt ist. Wir haben daher der Untersuchung dieser Frage in dem Befallsgebiet bei Rehfeld größere Aufmerksamkeit geschenkt.

Die Untersuchungen wurden an der Lindenstraße begonnen, die den Rübenschlag nach Süden begrenzte. Die Straße wurde auf der Nordseite von einem 2 m breiten Grasstreifen flankiert, auf dem die Linden (⌀ über dem Boden etwa 25 cm) im Abstand von 10 m standen. An der südlichen Straßenseite standen alte Weiden in unregelmäßigen Abständen auf einem etwa 1 m breiten Grasstreifen. Die Grasstreifen dienten gelegentlich als Schafweide.

Die ersten Proben wurden am Fuße von Linden genommen, die kräftigen Stockausschlag aufwiesen. Zwischen den Austrieben lagen

trockene Blätter und Aststückchen in einer etwa 3—5 cm hohen Schicht. Die darunter befindliche Erde war besonders trocken, aber nicht staubförmig und mit Laub- und Aststückchen untermischt. Der Grasbewuchs war gering. Zwischen den Wurzeln der Austriebe fanden wir unter der Laubastschicht die ersten Käfer. Die Käfer wurden in Rücken- und Normallage angetroffen, oft lagen sie mit dem Kopf nach unten, wie sie sich eingegraben hatte. Kugelige Höhlungen wurden nur selten beobachtet, wahrscheinlich deshalb, weil die Tiere erst vor kurzem die Winterlager aufgesucht hatten, und der Boden zu trocken war. An Bäumen mit Wurzelausschlag wurde *Blitophaga opaca* L. in starker Konzentration gefunden; z. B. an einer Linde im Umkreis von 40 cm 76 Käfer. Hier war die Häufigkeit so groß, daß in dem lockeren humosen Boden unter Laub- und Aststückchen an einer Stelle auf 20 cm^2 6 Käfer lagen. Bei Bäumen ohne Stockausschlag war die Käferzahl wesentlich geringer. Sie hing dann davon ab, ob eine dichte Grasnarbe bis unmittelbar an den Baum heranreichte. Wenn der Graswuchs am Baumstamm selbst 20—30 cm hoch, und der Boden durch die Graswurzeln dicht verfilzt und nicht zu feucht war, erwiesen sich diese Stellen als gern angenommene Winterverstecke. Mit zunehmender Entfernung vom Baum nahmen im allgemeinen auch die Dichte der Grasnarbe sowie die Grashöhe und damit auch die Häufigkeit der Käfer ab. Es trat aber auch der umgekehrte Fall ein, daß die Grasnarbe zwischen den Bäumen üppiger entwickelt war als am Stamm selbst. Dann fanden sich an Stellen mit höherem Graswuchs stets mehr Käfer als unmittelbar um den Baumstamm herum. Beispielsweise fanden sich nach vergeblicher Suche in der kurzen Grasnarbe an einem Baumstamm in einer Entfernung von 3 m unter 20 cm hohem Gras auf lockerem humosem Boden, der leicht mit Moos überwachsen war, auf 1 m^2 20 Käfer, d. h., es wurden insgesamt auf einer 5 m^2 großen, dem Käfer zusagenden Fläche 100 Exemplare gefunden. Die Häufigkeit wechselte etwas und erreichte in einem Grasstück von 20 × 25 cm Größe ihren höchsten Wert mit einer Zahl von 6 Käfern. Vereinzelt innerhalb dieses Bezirkes liegende Grasboden mit fester Erde und kurzem Bewuchs enthielten keine Käfer.

Die gleichen Verhältnisse fanden sich an der Obstallee, die den Rübenschlag im Osten begrenzte. Auch hier wurde die Straße zu beiden Seiten von breiten Grasrainen eingefaßt, und die Verteilung der Käfer war ganz auffällig von der Beschaffenheit der Grasnarbe, nicht aber von der Baumnähe abhängig.

Diese ersten Untersuchungen zeigten, daß trockener, doch nicht staubfeiner Boden unter einer dichten, möglichst 20—30 cm hohen Grasnarbe als bevorzugter Überwinterungsplatz für *Blitophaga opaca* L. diente. Die unmittelbare Umgebung der Bäume wurde nur dann gewählt, wenn das Gras dort besonders dicht bzw. Stockaustriebe reichlich vorhanden waren. Eine Anreicherung der Käfer in Mulden und kleinen Tälern des Geländes war deutlich festzustellen.

Die Lager der Käfer befanden sich zwischen den Stockausschlägen wie oben beschrieben, zwischen den dicht verfilzten Graswurzeln in 3 bis 5 cm Tiefe, aus denen die Tiere oft nur mit Mühe herauszuschütteln waren. Die Graswurzeln mußten, um alle vorhandenen Käfer aufzufinden, in kleine Stücke gerissen werden. Nur ein geringer Teil der Käfer befand sich 1—2 cm tief unmittelbar unter der Oberfläche unter trockenem Laub oder Gras.

Um das Bild von den vorhandenen Überwinterungsmöglichkeiten zu vervollständigen, wurden die innerhalb des Schlages liegenden erhöhten, mit Birken- und Buschwerk bestandenen Ödlandinseln, sowie die Grasnarbe um den innerhalb des Feldes liegenden Tümpel untersucht. An keiner Stelle konnten Käfer gefunden werden.

Eine flüchtige Untersuchung des Buchenwaldrandes im Norden des Schlages ergab nur geringe Befunde. In der Grasnarbe, unter Steinen und Laub wurden einige wenige Käfer gesammelt, das Mittel lag bei 3 Käfern je Quadratmeter. An anderen sehr trockenen Stellen mit spärlicher Grasnarbe war in vielen Quadratmetern untersuchter Fläche kein Käfer zu finden.

Um die Verhältnisse am Waldrand genauer zu klären, wurde das Befallsgebiet am 11. und 12. Dezember 1944 nochmals aufgesucht Die Untersuchungen mußten bei leichtem Schnee und —4° C, aber noch offenem Boden durchgeführt werden.

Folgende Proben wurden ausgewertet:

Probe 1: Grasstreifen 0,5 × 2 m, Längsseite 1,5 m vom Ackerrand entfernt, Abstand von der ersten Baumreihe des Waldrandes (etwa 30jähriger Kiefernbestand) etwa 2 m. Dichte Grasnarbe, leicht verfilzt, dazwischen *Hieracium* und Moos. Boden trocken, sandig.
Ergebnis: 18 lebende Käfer, 2 tote Käfer, 1 Flügeldecke.

Probe 2: Größe der Fläche, Abstand vom Acker- und Waldrand wie Probe 1. Gras dünner, stärkere Moosdecke. Deutlich nasse Stelle, die einige Zeit unter Wasser gestanden haben muß. Boden sehr feucht, lehmig.
Ergebnis: 1 lebender Käfer.

Probe 3: Baumscheibe, ⌀ 95 cm. Baum in der ersten Reihe, vom Acker 1,5 m entfernt.
Ergebnis: 5 lebende Käfer (nur unter Gras, keine unter Streu).

Probe 4: Baumscheibe, ⌀ 95 cm. Baum der ersten Reihe, 2 m vom Ackerrand entfernt, Gras um den Baum herum sehr dicht.
Ergebnis: 16 lebende Käfer, 1 toter Käfer (verpilzt), 3 Flügeldecken.

Probe 5: Baumscheibe, ⌀ 75 cm. Baum der ersten Reihe, 2,5 m vom Acker entfernt, Grasdecke wechselnd.
Ergebnis: 5 lebende Käfer, 1 Flügeldecke. Käfer nur in dichtem Graswurzelwerk.

Probe 6: Baumscheibe, ⌀ 75 cm. Baum 4,5 m vom Acker entfernt. Erste Reihe, starke Nadelstreu, leichter Grasbewuchs nur an der dem Acker zugekehrten Seite des Baumes.
Ergebnis: 6 lebende Käfer, 9 Flügeldecken.

Probe 7: Baumscheibe, ⌀ 75 cm. Baum 4,5 m vom Acker entfernt. Erste Reihe, dichter Grasbewuchs nur an der dem Acker zugewendeten Seite des Baumes, sonst Nadelstreu.
Ergebnis: 2 lebende Käfer, 1 toter Käfer (verpilzt).

Probe 8: Grasstreifen 0,5 × 1 m, direkt am Ackerrand, lockerer und niedriger Bewuchs.
Ergebnis: 1 Flügeldecke.

Probe 9: Baumscheibe, ⌀ 75 cm. Erste Baumreihe, 10 m vom Ackerrand entfernt, dichte Nadelstreu, wenig Gras.
Ergebnis: 2 lebende Käfer, 1 Flügeldecke.

Probe 10: Baumscheibe, ⌀ 75 cm. Erste Reihe, 10 m vom Ackerrand entfernt. Viel dichtes Gras, ohne Nadelstreu.
Ergebnis: 7 lebende Käfer.

Probe 11: Feldrain, am Rande des Buchenwaldes. Erste Baumreihe, 2 m vom Acker entfernt. Probefläche 0,5 × 2 m, äußere Längsseite etwa 20 cm vom Ackerrand entfernt. Dichte Grasdecke mit Laub und Nadeln durchsetzt.
Ergebnis: 13 lebende Käfer, 1 Flügeldecke.

Probe 12: Grasstreifen am Waldrand, unmittelbar an den Ackerrand anstoßend, 0,5 × 0,5 m. Überhängende Fichtenzweige, Grasnarbe flach verwurzelt, dünne Nadelstreu.
Ergebnis: 1 Käfer.

Proben 13—17: 5 Baumscheiben von Buchen, durchschnittlicher ⌀ 1 m. Bäume 2—5 m vom Waldrand entfernt. Erste bis zweite Baumreihe, dicke Laubschicht.
Ergebnis: Keine Käfer.

Neben den beschriebenen Proben wurden noch zahlreiche weitere im Wald untersucht, etwa 10—20 m vom Ackerrand entfernt. Der Boden war hier fast ausschließlich mit dichter Nadelstreu bedeckt. Es wurde nur 1 lebender Käfer, etwa 10 m vom Ackerrand entfernt, unter der Streu gefunden. Verschärfung des Frostes und einsetzender Schneefall verhinderten die Fortsetzung der Arbeiten.

Die Untersuchungen über die Überwinterung von *Blitophaga opaca* L. haben ergeben:

1. Der Rübenaaskäfer ist nicht an sonnige Waldränder als Überwinterungsquartiere gebunden. Obwohl solche Waldränder in ausreichendem Maße in unmittelbarer Nähe des befallenen Ackers vorhanden waren, befanden sich die Käfer zahlreich am Fuße von Straßenbäumen und in der Grasnarbe der Wegraine zwischen den Bäumen.

2. Entscheidend für die Eignung eines Platzes als Winterlager ist nicht die Baumnähe, sondern die Beschaffenheit des Grasbewuchses und des Bodens. Je dichter und verfilzter die Grasnarbe ist, um so geeigneter erscheint sie als Winterlager für *Blitophaga opaca* L. Der Boden darf nicht feucht sein, bevorzugt wird ganz entschieden trockener, humoser oder sandiger Boden. Staubförmige Bodenbeschaffenheit wird sicher gemieden.

Die Bedeutung der Bäume für die Überwinterung des Rübenaaskäfers dürfte darin liegen, daß die Käfer im Herbst auf Grund der ausgeprägten negativen Phototaxis dorthin geleitet werden. Die endgültige Verteilung wird dann aber sicher von der Beschaffenheit des Untergrundes abhängig sein.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß der Käfer in fast allen Teilen des Landes — vielleicht mit Ausnahme der Marschen, Moore und Flußniederungen — geeignete Überwinterungsmöglichkeiten finden kann, und daß die Ausbreitung des Tieres über nicht oder bisher nur schwach besiedelte Räume nicht von dem Fehlen bestimmter Winterquartiere (z. B. Waldränder) abhängig ist.

III. Aufbewahrung des gesammelten Käfermaterials

Es ergab sich für uns die Notwendigkeit, die für die Zuchten vorgesehenen Käfer sorgfältig und ohne Schaden für die Tiere aufzubewahren. Die beim Sammeln anfallenden Käfer lassen sich nicht in beliebig großer Zahl in kleinere Behälter verpacken, aufbewahren oder versenden, da sie sich in kurzer Zeit durch die Absonderung von Anal- und Magensäften stark beschmutzen. Es haben sich Pappkartons von 15 × 3 × 3 cm bewährt, in denen 30—50 Käfer mit etwas Moos, Laub oder Gras für einige Tage gut gehalten werden können.

Für die längere Aufbewahrung der Käfer fanden Holzkisten von den Maßen 50 × 25 × 20 cm Verwendung, die mit einem mit Papiergaze bespannten Deckel versehen waren. In jede Kiste wurde zunächst eine 5—10 cm hohe Schicht trockenen, humosen Bodens gebracht und darüber Grassoden von 5—10 cm Dicke gelegt. Die verwendeten Grasplatten hatten ein dichtes Wurzelwerk und wurden so gelegt, daß sie die Erdschicht lückenlos bedeckten. In die so vorbereiteten Kisten setzten wir 150—250 Käfer ein. Die Käfer krochen sofort nach unten. Ein Teil der Tiere richtete sich in dem dichtesten Wurzelwerk der Grasballen zum Winterschlaf ein, die anderen gruben sich weiter nach unten und lagen dann schließlich zwischen den Grassoden und der unteren Bodenschicht.

Die Vorratskisten wurden unter einem Schuppendach im Freien aufgestellt. Die Temperaturen blieben hier im Durchschnitt um 2 °C höher als an ungeschützten Stellen. Die tiefste Temperatur, der die Käfer in den Kisten ausgesetzt waren, betrug — 8 °C. Um etwaige Kälteverluste zu vermeiden, brachten wird die Kisten dann in einem geschlossenen Schuppen unter, in dem die Temperaturen etwa um den Gefrierpunkt lagen.

Die Vorratskisten wurden laufend kontrolliert. Es zeigte sich, daß der Boden in den Kisten sehr stark austrocknete und fast staubförmig wurde. In einer Kiste sind einige Käfer, die nicht unter den Grasballen lagen und der Austrocknung daher besonders ausgesetzt waren, wahrscheinlich infolge der Trockenheit abgestorben. Es wurde daraufhin in allen Kisten zwischen die untere Bodenschicht und die Grasplatten eine etwa 3 cm starke Schicht feuchter, aber noch normal krümelnder Komposterde gestreut. Bei dieser Behandlung hielten sich die Käfer sehr gut, die Mortalität schwankte bei den einzelnen Kisten zwischen 2—5 % und war auch bei den Mitte Januar kontrollierten nicht höher.

IV. Zuchtversuche im Gewächshaus

Es war das Ziel der Zuchtversuche, *Blitophaga opaca* L. in größerer Zahl heranzuziehen, um unabhängig von der Jahreszeit verschiedene Untersuchungen durchführen zu können, die aber infolge des weiteren Kriegsverlaufes unterbleiben mußten. Wenn die Zuchtversuche auch nur Mittel zum Zweck waren, so soll hier doch etwas eingehender darüber berichtet werden, da sie uns manchen Einblick in die Fortpflanzungsbiologie von *Blitophaga opaca* gewährten. Über die Fortpflanzung dieses Käfers in der Gefangenschaft war bisher nur wenig bekannt. Die in der Literatur (HEYMONS und v. LENGERKEN) beschriebenen Züchtungen behandelten lediglich die Haltung von Einzeltieren in kleinen Glasgefäßen.

Für die Zuchtversuche stand uns ein großes Gewächshaus zur Verfügung. Das mit einem hohen Satteldach (Firsthöhe 3,60 m) versehene Haus hatte die Grundmaße 16 × 6 m, so daß neben den durchgehenden 1 m breiten Seitentischen ein 2 m breiter Mitteltisch zur Verfügung stand. Das Haus war durch Schiebetüren in der Mitte zu teilen. Die eine Hälfte des Hauses wies eine um mehrere Grade tiefere Temperatur auf.

Mitte August wurden die Tische mit einer 10 cm starken Schicht Komposterde bedeckt, wozu die Seitenränder der Tische erhöht werden mußten. Die Erdschicht darf nicht niedriger sein, da die Anzucht der Rübenpflanzen sonst nicht befriedigend verläuft.

Auf den Tischen säten wir Zuckerrüben in Reihen im Abstand von 15 cm aus. Die Rüben liefen sehr schnell auf, entwickelten sich gut und wurden nach 3 Wochen verzogen, um das Wachstum der einzelnen Pflanzen zu fördern. Aus Versuchsgründen wurde Oktober/November ein großer Teil der Rüben besonders in der wärmeren Hälfte des Hauses entfernt und unter die Tische gepflanzt. Es wurden sofort Rüben und auch Spinat nachgesät, so daß später bei Bedarf Futterpflanzen verschiedenen Alters in genügender Menge vorhanden waren.

1. Zuchtversuche mit nicht überwinterten Käfern

Die ersten Zuchtversuche begannen wir mit 120 Käfern, die am 9. und 11. September 1944 in Rehfeld auf den Feldern gesammelt worden waren. Ein Teil dieser Käfer wurde zunächst in Aquarien von den

Maßen 25 × 15 × 15 cm und zylindrischen Mäusezuchtgläsern gehalten, die eine 3 cm hohe Erdschicht mit pikierten jungen Rübenpflanzen enthielten. Diese Methode bewährte sich nicht, da die Käfer sich gegenseitig zu stark behinderten.

Es wurde daher für die Zucht eine sogenannte „feuchte Kammer" eingerichtet. Die Kammer entsprach einem kleinen Gewächshaus von 150 cm Länge und 98 cm Breite. Die vordere Höhe betrug 73 cm, die hintere 52 cm. Vorn hatte die Kammer drei herausnehmbare Einsatzfenster von den Maßen 50 × 73 cm. Den Boden der feuchten Kammer füllten wir — ebenso wie die Tische — mit einer 10 cm hohen Erdschicht an. Zehn mit jungen Rüben bepflanzte Petrischalen wurden verteilt in den Boden eingelassen. Um einen ausreichenden Luft- und Feuchtigkeitsaustausch zu gewährleisten, ersetzten wir das mittlere Einsatzfenster durch eine 30 cm hohe Scheibe. Dies hatte den Nachteil, daß viele Käfer aus der Kammer entwichen, indem sie innen an den gestrichenen Eisenstäben hochkletterten oder bei höheren Temperaturen durch die obere Öffnung abflogen. Ein Verschluß der Öffnung durch Gaze bewährte sich wegen der Steigerung der relativen Luftfeuchtigkeit auf fast 100 % nicht. In späteren Versuchen konnten wir das Entweichen der Käfer durch Einbau von Glassperren erschweren.

Am 20. September 1944 wurden die Käfer in die Kammer gesetzt. Sie verhielten sich zunächst wie im Freiland, d. h. sie fraßen an warmen Tagen lebhaft und verkrochen sich an trüben kühlen Tagen unter ausgelegten Tonscherben, den Petrischalen, unter Rübenblättern und zwischen Erdkrumen. Ständig nahm die Zahl der umherlaufenden Käfer ab, bis schließlich Ende September der letzte Käfer in der Erde verschwunden war. Eine Kontrolle am 2. Oktober 1944 ergab, daß die Käfer größtenteils dicht unter der Oberfläche lagen, meist in kleinen Erdhöhlen, und zwar etwa 90 % auf der dunkleren Seite der Kammer. Eine weitere Kontrolle am 13. Oktober 1944 brachte das gleiche Ergebnis. Bis zum 16. Oktober war das Gewächshaus ungeheizt. Wenn auch die Mittagstemperaturen — besonders bei klarem Wetter — 18—20 ° C, ja in einigen Fällen sogar 25 ° C betrugen, so lagen doch die Nacht- und Morgentemperaturen nur zwischen 6,5 und 13 ° C. Die Abendtemperaturen überschritten 18 ° C nicht. Die Erdtemperaturen lagen nachts und morgens gleichfalls zwischen 7 und 14 ° C, sie erhöhten sich nur über Mittag stark. Der Beginn der Heizung hatte naturgemäß ein starkes Ansteigen — besonders der Morgen- und Abendtemperaturen zur Folge. Außerdem waren die Schwankungen wesentlich geringer. Am 19. Oktober 1944 kam dann auch der erste Käfer zum Vorschein, am 20. Oktober waren es 3 Käfer, von denen einer fast 5 Stunden lang lebhaft fraß. Bis zum 25. Oktober änderte sich das Verhalten und die Zahl der Käfer nicht wesentlich. Am 28. Oktober wuchs die Zahl der beobachteten Käfer auf 10 Stück an. Die Tiere waren träge, da die Temperatur nur 14 ° C betrug. Die Zahl der aktiven Käfer

wechselte bis zum 9. November ständig und war wesentlich von Temperatur- und Lichtverhältnissen abhängig. In diesen Tagen wurden mehrere verpilzte Käfer auf dem Boden gefunden. Am 9.—10. November beobachteten wir die ersten Kopulationsversuche. Von Mitte November ab begannen die Käfer besonders lebhaft zu fressen. Sie bevorzugten Roggenkeimlinge, sofern diese länger als 15 cm ausgewachsen waren. Die Keimlinge wurden stets von den Spitzen aus befressen. Mit besonderer Vorliebe nahmen die Käfer auch angequollene Weizen- und Roggenkörner an, die sie sehr schnell ausfraßen. Selbst harte Weizenkörner wurden von den Käfern verzehrt. Die Zahl der aktiven Käfer stieg nun ständig. Kopulierende Käfer wurden häufig beobachtet, am 23. November 1944 fanden wir die ersten Larven. Der Larvenanfall blieb erstaunlicherweise sehr gering: in der Zeit vom 23. November bis zum 5. Dezember 1944 erhielten wir nur 47 Larven. Vom 6. bis zum 13. Dezember stieg die Zahl etwas an, es schlüpften weitere 64 Larven.

Der Mißerfolg der ersten Zucht ist so zu erklären, daß der Boden zu trocken gehalten wurde, wie es von den meisten Autoren für die Entwicklung von *Blitophaga opaca* L. als günstig angegeben wird. Bei zu großer Trockenheit können sich die Eier aber nicht entwickeln und schrumpfen, ebenso wie sie bei zu großer Feuchtigkeit im Boden verfaulen. Den Junglarven ist die Trockenheit der oberen Bodenschicht ebenfalls unzuträglich, wie uns zahlreiche tot gefundene ausgetrocknete Larven bewiesen. Wie wir bei den späteren Versuchen eindeutig ermittelten, war auch das Nahrungsangebot für die Käfer zu gering, um eine Eiproduktion zu ermöglichen. Vom 13. Dezember ab wurden keine Larven mehr gefunden, und die Käfer zogen sich allmählich in den Boden zurück, so daß die Kammer schon am 20. Dezember 1944 einen völlig unbewohnten Eindruck machte. Eine Siebung des Bodens am 12. Dezember ergab, daß alle Käfer dicht unter der Oberfläche in Ruhe lagen, nur ein Käfer war tot.

Die frisch geschlüpften Larven wurden täglich herausgefangen und in eine andere Kammer gleicher Beschaffenheit gesetzt, wo ihnen reichliche Nahrung zur Verfügung stand. Da die Kammer nicht genügend abgedichtet war, entkam eine ganze Anzahl der Larven. Ein Teil ging außerdem schon im ersten und zweiten Stadium zugrunde, da auch in dieser Kammer der Boden zu trocken gehalten war. Am 20. Dezember fanden wir bei einer Siebung des Bodens die ersten beiden Jungkäfer. Außerdem waren noch fünf lebensfähige und zwei tote Puppen vorhanden.

Die Zuchtversuche mit den im September auf Rübenfeldern gesammelten Käfern haben gezeigt, daß die Käfer nach ihrem Reifefraß (?) eine mindestens dreiwöchige Ruheperiode durchmachten. Bei Einwirkung höherer Temperaturen kamen die Tiere aus dem Boden hervor und schritten nach einer 3—4wöchigen Fraßzeit zur Fortpflanzung. Eine Einwirkung tiefer Temperaturen während der Ruhe war nicht notwendig.

2. Zuchtversuche mit eingewinterten Käfern

a) Behandlung der Käfer

Die im folgenden beschriebenen Zuchtversuche führten wir mit Käfern durch, die Mitte Oktober draußen in den Winterlagern gesammelt und nach der beschriebenen Methode in den Vorratskisten aufbewahrt worden waren.

Am 20. November 1944 wurde die erste Kiste mit 230 Käfern von draußen in ein Kalthaus gebracht, wo die Temperaturen um 10 ° C lagen. Nach 4 Tagen kam die Kiste in ein temperiertes Haus (Temperaturen zwischen 12 ° und 15 ° C), am 28. November früh in das Warmhaus, dessen Temperaturen wesentlich höher lagen: Mittags wurden bis zum 15. Dezember Werte von 20 ° C und mehr erreicht, die Durchschnittstemperatur lag über 17 ° C.

Schon am 29. November zeigten sich die ersten Käfer. Der Rasen in der Kiste wurde leicht überbraust, außerdem legten wir Rübenblätter hinein, die täglich erneuert werden mußten. Die hervorkommenden Käfer sogen begierig aus dem Boden Feuchtigkeit, nur wenige begannen an den Blättern zu fressen. Die Abwanderung aus den Winterverstecken vollzog sich ziemlich gleichmäßig bis zum 13. Dezember. Die Hauptabwanderung war in den Mittagsstunden während der höchsten Temperaturen zu beobachten. Unter 17 ° C blieben die Käfer im Boden. Eine Siebung des Kisteninhaltes am 13. Dezember ergab, daß auf die beschriebene Weise nicht alle Käfer aktiviert worden waren. Es wurden im Boden noch 20 Tiere in typischer Winterschlafstellung gefunden, das sind etwa 10 % der bis zum 13. Dezember abgewanderten Käfer.

Die aus dem Boden hervorkommenden Käfer wurden täglich abgesammelt und in ein Aquarium gesetzt, in welchem sie reichlich Nahrung erhielten, bestehend aus Rübenpflanzen, jungen Spinatpflanzen, Roggen- und Weizenkeimlingen. Die Käfer fraßen zunächst nur mäßig, ein erheblicher Prozentsatz ging sofort wieder in den Boden. Am 2. Dezember wurden versuchsweise 20 Käfer aus dem Aquarium in einem mit Futterpflanzen versehenen Glas in den Thermostaten gesetzt, wo sie bei 24 ° C 18 Stunden verblieben. Durch die hohe Temperatur angeregt, fraßen diese Tiere äußerst lebhaft. In ein Aquarium zurückgesetzt, das im Warmhaus stand, ging der größte Teil der Käfer nicht wieder in den Boden, sondern die Tiere fraßen weiter und begannen nach einigen Tagen zu kopulieren. Es wurden nun sämtliche Käfer der ersten Vorratskiste in dieser Weise behandelt. Nach der Thermostatenpassage kamen sie in eine der schon oben beschriebenen großen Zuchtkammern, wo sie reichlich Nahrung in Form von größeren Rübenpflanzen, Roggen- und Weizenkeimlingen vorfanden. Die Rübenpflanzen wurden je nach Größe einzeln oder zu mehreren in Petrischalen gepflanzt und die Schalen so tief in den Boden gedrückt, daß die Käfer leicht an die Pflanze herankamen. Nach den Erfahrungen des ersten Kammerversuches erhöhten wir die Anzahl der bepflanzten Petrischalen auf etwa 20 Stück. Stark befressene

und beschmutzte Pflanzen wurden durch frische ersetzt. Das Getreide versuchten wir zuerst in der Kammer anzusäen. Diese Methode bewährte sich nicht, weil die Spitzen der Keimlinge abgefressen wurden und die stehengebliebenen Teile zu faulen begannen. Auf den Boden gestreute Körner befraßen die Käfer, nachdem sie zu quellen begonnen hatten. Die Körnerreste mußten entfernt werden, da sie schimmelten. Wir zogen es daher später vor, Weizen und Roggen in Töpfen und Pikierkästen auszusäen, und die Keimlinge, sobald sie 15—20 cm hoch waren, abzuschneiden und in kleinen Haufen auf den Boden der Kammer zu legen. Das Getreide blieb stets mehrere Tage liegen und wurde im frischen wie auch im welken Zustande gern befressen. Auffällig war, daß sich die Käfer in großer Zahl unter und in den Halmhaufen aufhielten, wo sie auch lebhaft kopulierten und in dem darunter befindlichen Boden ihre Eier ablegten.

Die Erfahrungen des ersten Versuches hatten gezeigt, daß bei zu großer Trockenheit des Bodens viele Eier und Larven zugrunde gehen. Da die Eier nach unseren Beobachtungen in den oberen zwei Zentimetern des Bodens abgelegt werden, war besonders darauf zu achten, daß diese Bodenschicht stets gleichmäßig durchfeuchtet blieb. Zu große Nässe mußte aber streng vermieden werden, um das Faulen der Eier zu verhindern. Es erwies sich als zweckmäßig, den Boden täglich mit Hilfe einer kleinen Kanne zu begießen.

Die relative Luftfeuchtigkeit in der Kammer lag meist zwischen 80 und 90 %, nur selten etwas darunter oder darüber. Schon im vorigen Versuch hatten wir beobachtet, daß die Käfer bei höheren Temperaturen und bei gutem Licht sehr lebhaft sind. Aus diesem Grunde wurde die Kammer morgens von 7—9 Uhr und abends von 16—18 Uhr, an trüben Tagen den ganzen Tag über durch eine 60-Watt-Birne beleuchtet.

Bei den beschriebenen Versuchsbedingungen fühlten sich die Käfer sehr wohl, so daß wir bereits 14 Tage nach dem Ansetzen der Käfer (Vorratskiste) die ersten Larven erhielten.

Die Zahl der täglich anfallenden Larven lag in der Zeit vom 15. Dezember 1944 bis 4. Januar 1945 mit geringen Abweichungen zwischen 40 und 50 Stück. Darauf stieg sie plötzlich stark an, und es wurden bis zum 14. Januar täglich 100—120 Larven gezählt. Ab 15. Januar sank die tägliche Larvenzahl auf 30—50 Stück, um danach ab 26. Januar abermals stark anzusteigen. Am 27. Januar mußte der Versuch abgebrochen werden.

Im Oktober gesammelte Käfer, die wir in zwei Vorratskisten aufbewahrt hatten und am 10. Dezember nach allmählicher Gewöhnung an höhere Temperaturen in der oben beschriebenen Weise hielten, lieferten die gleichen Ergebnisse wie die früher angesetzten.

Weiterhin wurden am 20. Dezember nach der beschriebenen Gewöhnung 80 am 11. und 12. Dezember 1944 in Rehfeld im Winterlager gesammelte Käfer in einer Vorratskiste im Warmhaus angesetzt. Sie

wichen in ihrem Verhalten nicht von den anderen im Oktober gesammelten Käfern ab.

Die Käfer wurden wieder täglich aus den Vorratskisten abgesammelt und in kleine Aquarien gesetzt. Die Thermostatenbehandlung blieb jedoch aus. Käfer, die in den Aquarien gefressen hatten, waren leicht dadurch kenntlich, daß sie bei leichtem Druck einen dunkelgrünen Magensafttropfen austreten ließen. Diese Käfer wurden täglich herausgesucht und in eine Zuchtkammer gesetzt. Die ersten Käfer dieser Reihe begannen am 25. Dezember 1944 zu fressen, die ersten Larven schlüpften am 4. Januar 1945, also gleichfalls etwa 14 Tage, nachdem die Käfer mit dem Reifungsfraß begonnen hatten.

Der Larvenanfall war gleich in den ersten Tagen sehr hoch und schwankte zwischen 80 und 120 Stück täglich. Doch vom 10. Januar ab war eine deutliche Abnahme der Larvenzahl infolge zu starker Beheizung der Zuchtkammern von unten zu erkennen.

Im Bestreben, die Zucht einfacher zu gestalten, wurde auf dem 2 m breiten Mitteltisch des Gewächshauses eine Fläche von 6 m^2 mit Glasscheiben eingefaßt. Wir verwendeten Scheiben von den Maßen 15 × 25 cm, die in fortlaufender Reihe in den Boden gesteckt wurden, so daß die um die Fläche entstehende Glaswand 10 cm hoch ragte. Die einzelnen Scheiben wurden untereinander mit Klebstreifen zusammengehalten und die rauhen Nahtstellen innen — wo die Scheiben zusammenstießen — mit Wasserglas bestrichen, um den Käfern das Herausklettern zu erschweren. Die so begrenzte Fläche war mit jungen 14tägigen bis 4 Wochen alten Rübenpflanzen bestellt, die in dichten Reihen standen. Auf dem Tisch wurden noch 30 große 4 Monate alte Rübenpflanzen ausgepflanzt, und in der Mitte 2 Reihen Weizen gesät.

Vom 5. Januar 1945 ab setzten wir sämtliche aktivierten Käfer, die aus den beschriebenen und noch weiteren in das Gewächshaus gebrachten Kisten stammten, auf dem Mitteltisch aus. Am 13. Januar kamen außerdem noch die Käfer aus der einen Zuchtkammer hinzu, deren Betrieb wegen der zu hohen Bodentemperaturen aufgegeben werden mußte. Im ganzen wurden auf dem Tischgehege 450 Käfer ausgesetzt. Hier verhielten sich die Käfer im allgemeinen weniger lebhaft als in den Zuchtkammern, da die Lufttemperatur niedriger blieb. Sehr viel niedriger, d. h. selten über 15 °C lag die Bodentemperatur, weil dieser Tisch im Gegensatz zu den Seitentischen nicht von unten zu beheizen war. Die ersten Larven zeigten sich daher hier erst am 18. Januar 1945; die tägliche Larvenzahl stieg bis zum Abbruch des Versuches am 27. Januar ständig an.

b) Behandlung der Larven

Aus den Zuchtkammern, später auch vom Mitteltisch, wurden die geschlüpften Larven täglich abgesammelt und in besondere Larvenaufzuchtkästen gesetzt. Diese Gehege hatten eine Grundfläche von 30 × 50 cm. Ihre 25 cm hohen Wände bestanden aus Glasscheiben, die

zu einem Rechteck im Boden steckten. Um die Larven am Entweichen zu hindern, müssen die Scheiben gut aneinanderpassen.

In jedem Gehege konnten bis 300 Larven gleichzeitig gehalten werden. Die Larven des ersten Stadiums erhielten ausschließlich Rüben- und Spinatkeimlinge. Vom zweiten Stadium ab wurden daneben auch Blätter älterer Rübenpflanzen gereicht. Gehege mit vorwiegend älteren Larven bekamen nur große Rübenblätter. Roggen- und Weizenkeimlinge nahmen die Larven im Gegensatz zu den Käfern nur ungern an. Die Aufzuchtverluste waren im ersten und zweiten Stadium äußerst gering und spielten praktisch keine Rolle.

Um Ausfälle durch zu enge Besetzung, wie wir es in einem Gehege mit Larven im dritten Stadium erlebten, zu vermeiden, wurde ein großes, etwa 7 m^2 messendes Freigehege geschaffen, in derselben Art, wie es oben für die Käferhaltung beschrieben ist. Die Bepflanzung entsprach den für die Käfer geschilderten Verhältnissen. Auf dieser Fläche hielten wir etwa 2000 Larven, die ohne wesentliche Verluste heranwuchsen. Der Bestand an jungen Pflanzen ist von den Larven fast restlos abgefressen worden, obwohl noch zusätzlich mit Rübenblättern gefüttert wurde.

In den erst benutzten kleinen Gehegen war eine ganze Anzahl von älteren Larven zur Verpuppung in die Erde gegangen. Jungkäfer erschienen jedoch nicht. Eine Untersuchung des Bodens ergab nur einen Jungkäfer, außerdem fanden sich zahlreiche Puppen. Infolge der zu niedrigen Bodentemperatur, die in der Erd des Mitteltisches fast immer unter dem kritischen Kältepunkt von 15,2 °C lag, kamen die Puppen nicht zur Entwicklung. Es fanden sich bereits einige tote, durch beginnende Fäulnis verfärbte Puppen.

Um den Puppen die zu ihrer Entwicklung notwendige Temperatur zu bieten, wurden sie aus der Erde der kleinen Gehege gesucht und in Holzkisten gebracht, die eine 10 cm hohe schwach feuchte Schicht Komposterde enthielten. Die Puppen kamen etwa 2 cm tief in die Erde, entsprechend der Tiefe, in welcher sie gefunden waren. Die mit den Puppen beschickten Kisten stellten wir über die Heizung, so daß der Boden eine Temperatur von 19—21 °C erreichte. Zwei Tage danach schlüpften die ersten Käfer, deren Abdomen nach oben gekrümmt und deren Flügel verkrüppelt waren. Auch die in den folgenden Tagen schlüpfenden Käfer waren in der gleichen Weise in verschiedenem Grade mißgestaltet und nicht lebensfähig. Auf 30 verkrüppelte Käfer kamen nur 2 normale Jungkäfer zur Entwicklung. Die Ursache für diese beobachtete Mißbildung ist wahrscheinlich in dem Umbetten der sehr verletzlichen Puppen zu suchen. Wir wählten auf Grund dieses Mißerfolges einen anderen Weg, um das Umbetten der Puppen auszuschalten und normale Käfer zu erzielen.

Die kurz vor der Verpuppung stehenden Larven des dritten Stadiums setzten wir auf einen von unten heizbaren Seitentisch, der wie die anderen Tische von Glasscheiben eingefaßt und mit Rüben bepflanzt wurde. Die

Grundfläche dieses Tisches betrug 3 m². Hier traten keine spürbaren Larvenausfälle mehr ein. Nach wenigen Tagen bohrten sich die Larven in die Erde, um sich zu verpuppen. Dieser Verpuppungstisch konnte jetzt laufend mit verpuppungsreifen Larven von den anderen Tischen beschickt werden, da diese sehr bald in die Erde gingen und eine zu große Larvendichte nicht zu befürchten war. Da der Versuch vorzeitig abgebrochen werden mußte, waren abschließende Ergebnisse nicht zu ermitteln. Nach unseren gemachten Erfahrungen dürfte es sicher sein, daß diese Art der Haltung der älteren Larven die normale Verpuppung, die Puppenentwicklung und das Schlüpfen normaler Käfer gewährleistet.

3. Weitere Beobachtungen an den Käfern

Es ist in einem großen Gewächshaus ohne zahlreiche Hilfskräfte und bei einem bescheidenen Kohlenvorrat nicht möglich, die Temperaturen einigermaßen konstant zu halten. Für das Gelingen der Zucht ist dieser Faktor ohne Bedeutung, da auch in freier Natur die Temperatur starken Schwankungen unterliegt. Voraussetzung ist aber, daß die Temperatur sich in dem Bereich bewegt, der allen Entwicklungsstadien zusagt. Der Ablauf der Lebensäußerungen läßt sich bei dem Arbeiten mit nicht konstanten Temperaturen zu diesen nicht in kurvenmäßige Beziehungen bringen. Es ist daher notwendig, die zahlreichen Einzelbeobachtungen zu sammeln, um erkennen zu können, in welcher Weise die Entwicklung der einzelnen Stadien sowie ihre Lebensäußerungen von bestimmten Temperaturbereichen abhängig sind. Das gleiche trifft für die relative Luftfeuchtigkeit zu, wenn diese nicht konstant zu halten ist.

Die Beobachtungen ergaben, daß die Käfer bei Temperaturen bis 15 ° C sehr träge waren. Der größte Teil verkroch sich unter Blättern, Tonscherben und in der Erde. Jedoch waren ständig auch einige Tiere draußen, die sich langsam und träge bewegten und etwas Nahrung aufnahmen. Bei gutem Licht (Besonnung oder künstliche Beleuchtung) waren die Käfer bei niedrigen Temperaturen lebhafter als bei trübem Wetter. In diesem Temperaturbereich waren Kopula und Kopulationsversuche nicht zu beobachten.

Bei 16—18 ° C war die Lebenstätigkeit der Käfer schon sichtlich erhöht. Besonders bei gutem Licht befand sich der größte Teil der Tiere draußen, die Bewegungen waren lebhaft, es wurde stark gefressen. Die Käfer kopulierten häufig.

Zwischen 18 und 20 ° C schienen sich die Käfer am wohlsten zu fühlen. Die Laufbewegungen waren äußerst behende, bei 19—20 ° C machten die Käfer häufig erfolgreiche Flugversuche, meistens von erhöhten Punkten aus. Die sehr lebhaften Käfer erreichten bei ihrem ziellosen Herumlaufen bald die Grenzen ihres Geheges und liefen dann an der Innenseite der Glaswände entlang. Die Käfer drängten sich häufig in den Ecken der Gehege zusammen und saßen dort in dichten Haufen. Diese unerwünschte Erscheinung konnten wir dadurch beseitigen, daß die Rübenpflanzen möglichst nahe an die Wand herangestellt wurden und so

die laufenden Käfer ablenkten. Außerdem bewährte es sich, die Ecken der Kammern und des großen Tischgeheges mit kleinen Haufen von Getreidekeimlingen auszulegen, unter denen sich ein erheblicher Teil der Käfer sammelte. Das unruhige Umherlaufen der Käfer wurde auf diese Weise verhindert, und es hatte den Anschein, daß dadurch die Eiproduktion im Zusammenhang mit einem gewissen Überangebot von Nahrung günstig beeinflußt werden konnte. Die Lebhaftigkeit der Tiere in diesem optimalen Temperaturbereich hatte oft zur Folge, daß zahlreiche Käfer aus den Gehegen entwichen. Entweder kletterten sie an den Streben der Kammern nach oben und fanden die Öffnung, oder aber es gelang ihnen, bei ihren Flugversuchen herauszukommen. Der lebhafte Ausbreitungsdrang der Käfer entspricht offenbar der Ausbreitungstendenz in freier Natur bei ähnlichen Temperaturverhältnissen.

In unseren Versuchen erreichten wir selten höhere Temperaturen als 20 ° C. Bis 22 ° C verhielten sich die Käfer nicht wesentlich anders, ausgenommen, daß sich die Fluglust noch steigerte.

Die beobachteten Zusammenhänge zwischen dem Verhalten der Käfer zu den verschiedenen Temperaturen beziehen sich auf eine relative Luftfeuchte von 80—90 % und auf eine gleichmäßige mittlere Bodenfeuchtigkeit.

Es sei nochmals darauf hingewiesen, daß stärkere Belichtung die Käfer anregt. Fraßtätigkeit, Beweglichkeit und Kopulationsneigung werden erheblich gesteigert.

4. Weitere Beobachtungen an den Larven

Bei den Zuchtversuchen stellte es sich sehr bald heraus, daß es vorteilhaft ist, die Junglarven gleich nach dem Schlüpfen aus den Käfergehegen herauszunehmen und gesondert aufzuziehen. Dies war schon deshalb notwendig, um eine Kontrolle über den Larvenanfall zu haben. Außerdem erschien es zweckmäßig, den Larven zarteres Futter zu geben, als es die Käfer erhielten. Die Larven wurden, um sie nicht zu verletzen, mit kleinen an langen Stäben befestigten Löffeln abgesammelt. Über die Fütterung der Larven ist schon berichtet worden. Die jungen Spinat- und Rübenpflanzen wurden teils in Petrischalen pikiert, teils auch lose auf den Boden gelegt. Wie bei den Käfern mußte auch hier darauf geachtet werden, daß stets ein gewisses Überangebot von Nahrung vorhanden war. Bei dichtem Larvenbesatz eines Geheges waren die Pflanzen nach 24 Stunden stark benagt und noch stärker mit Kot beschmutzt, so daß sie ausgewechselt werden mußten.

Auch bei den Larven war besonders darauf zu achten, daß die Ecken der Gehege gut mit jungen Pflanzen ausgelegt waren, da auch sie sich gern in den Ecken zusammendrängten und unter Umständen verhungerten, wenn sie dort keine Nahrung fanden.

Bei den auf dem 7 m² großen Tischgehege gehaltenen Larven beobachteten wir, daß diese im ersten Stadium nur in geringem Maße das

Bedürfnis hatten, ihre Nahrungspflanzen zu wechseln. Sie blieben im allgemeinen bis zur ersten Häutung dort, wo sie ausgesetzt wurden. Erst im zweiten Stadium machte sich bei den Larven ein Ausbreitungstrieb geltend. Sie krochen lebhaft umher, fraßen an verschiedenen Pflanzen, und ein großer Teil drängte sich schließlich an den Seiten der Versuchsfläche längs der Glasscheiben zusammen. Da die Pflanzen an den Seiten sehr bald abgefressen waren, mußte hier zusätzlich gefüttert werden, um eine Schädigung der Larven durch Nahrungsmangel zu verhindern.

In Aufzuchtversuchen mit zahlreichen Larven ist es angebracht, für Versteckmöglichkeiten zu sorgen, damit die Tiere genügend Plätze haben, wo sie sich ungestört häuten können. Zu diesem Zweck legten wir Blumentopfscherben aus, unter die sich die Larven gern zur Häutung zurückzogen. Viele Larven häuteten sich außerdem an aufrecht stehenden Blättern, an denen die Exuvien dann hängenblieben. Es wurde mehrfach beobachtet, daß frisch geschlüpfte Larven unmittelbar nach dem Verlassen der Larvenhaut von anderen angefressen wurden. Wesentliche Ausfälle durch Kannibalismus entstanden jedoch nicht.

Bei der Larvenaufzucht ist darauf zu achten, daß die einzelnen Stadien verschiedene Vorzugstemperaturen haben. Während die jungen Larven etwa 14,5 °C bevorzugen, sind die älteren bei dieser Temperatur sehr träge, da ihr Optimum bei etwa 17 °C liegt (nach Blunck und Janisch). Für die Puppen ist der kritische Kältepunkt, bei dem die Entwicklung zum Stillstand kommt, mit 15,2 °C sehr hoch. Eine so hohe Bodentemperatur läßt sich im Winter im Gewächshaus nur mit heizbaren Tischen erzielen, oder die Lufttemperatur muß auch während der Nacht entsprechend hoch gehalten werden.

V. Zusammenfassung

1. Die Überwinterung der Käfer ist entgegen den Schilderungen der meisten früheren Bearbeiter nicht an die besonnten Ränder von Laub- und Nadelwäldern gebunden. Sie überwintern ebenso gern am Fuße von Straßenbäumen und in der Grasnarbe der Wegraine zwischen den Bäumen. Entscheidend für die Eignung eines Platzes als Winterlager ist nicht die Baumnähe, sondern die Beschaffenheit des Grasbewuchses und des Bodens.
2. Aus den Überwinterungsgewohnheiten von *Blitophaga opaca* L. geht hervor, daß die Art wohl überall — mit Ausnahme ausgedehnter Niederungen mit schwerem kaltem Boden — geeignete Winterverstecke finden kann, und die Ausbreitung des Käfers praktisch nicht durch das Fehlen von Winterquartieren behindert wird.
3. Im Winterlager gesammelte Käfer ließen sich ohne Schwierigkeiten in großer Zahl in mit Erde und Grasballen ausgelegten Holzkisten längere Zeit bei Freilandtemperaturen aufbewahren. Die Mortalität blieb bei dieser Art der Aufbewahrung gering und überschritt in keinem Fall 5 %.

4. Mitte September auf den Feldern gesammelte Käfer ließen sich nach kurzer Ruheperiode zur Fortpflanzung bringen, ohne daß eine Einwirkung tiefer Temperatur notwendig war.
5. Eingewinterte Käfer konnten in allen Wintermonaten durch Einwirkung von Temperaturen über 17 ° C aktiviert und bei zusagenden Wärme-, Feuchtigkeits- und Nahrungsverhältnissen binnen 1 bis 2 Wochen zur Eiablage gebracht werden.
6. Neben den beschriebenen Zuchtkammern hat sich besonders die Haltung der Käfer auf großen freien, mit Glasplatten eingefaßten Flächen (Gewächshaustische) bewährt. Bei Temperaturen von 18—20 ° C, einer relativen Luftfeuchtigkeit von 80—90 %, einer mittleren gleichmäßigen Bodenfeuchte, guter Belichtung und einem gewissen Nahrungsüberangebot (junge und alte Rübenpflanzen, Weizen- und Roggenkeimlinge) schreiten die Tiere leicht zur Fortpflanzung.
7. Für die Haltung der Larven aller Stadien bewährten sich große, mit Glasscheiben eingefaßte Gewächshaustische. Nahrung in Form von jungen Rübenpflanzen und Spinatpflanzen für die ersten Stadien, ältere Rübenpflanzen und Blätter für die späteren Stadien mußten ausreichend geboten werden. Bei dieser Haltung wuchsen die Larven ohne wesentliche Verluste heran.
8. Verpuppungsreife Larven müssen in Gehegen gehalten werden, deren Bodentemperaturen über 16 ° C liegen.

Schrifttum

1. Blunck und Görnitz, Lebensgeschichte und Bekämpfung der Rübenaaskäfer. Arbeiten d. Biol. Reichsanst. **XII**, 31, 1923.
2. Blunck und Janisch, Bericht über Versuche zur Bekämpfung der Rübenaaskäfer im Jahre 1923. Arb. d. Biol. Reichsanst. **XIII**, 433, 1925.
3. Bremer, H., Die Überwinterung des Rübenaaskäfers. Anz. f. Schädlingskd. 3. Jahrg., 1, 1927.
4. Hähne, H., Beiträge zur Biologie und Bekämpfung des Rübenaaskäfers *Blitophaga opaca* L. Arb. d. Biol. Reichsanst. 1930.
5. Heymons und v. Lengerken, Studien und Lebenserscheinungen der *Silphini*, IV. *Blitophaga opaca* L. Ztschr. f. Morph. u. Ökol. d. Tiere **14**, Heft 1, 1929.
6. Schnauer, W., Untersuchungen über Schadgebiet und Umweltfaktoren einiger landwirtschaftlicher Schädlinge. Ztschr. f. angew. Ent. **15**, 1929.

Studien zur Biologie und Bekämpfung der Kaffeewanzen (*Antestia lineaticollis* Stål und *A. faceta* Germ.) in Ostafrika

Von

Dr. H. G. Fiedler

Mit 3 Abbildungen

Inhalt:

A. Einleitung. — B. Biotop. — C. Zuchtmethodik. — D. Biologie. — 1. Das Ei. 2. Die Larve. 3. Die Imago. a) Allgemeines Verhalten. b) Paarung. c) Eiablage. d) Generationsdauer. — E. Massenwechsel. — F. *Antestia* und Kaffeebaum. — 1. Vorkommen im Kaffee. 2. Nahrungsbedarf. 3. Wanzenschäden. a) Blüten. b) Kirschen. c) Zweige. — G. Feinde. — H. Bekämpfung. — I. Zusammenfassung. — J. Literaturverzeichnis.

A. Einleitung

Die Kaffeewanzen sind für den Pflanzer die unangenehmsten Schädlinge der Kaffeekulturen, da ihre Tätigkeit innerhalb kurzer Zeit empfindliche Schäden und Verluste an der Ernte verursachen kann, ohne daß sich diese durch die Regenerationsfähigkeit des Baumes und besondere Kulturmaßnahmen wenigstens bis zu einem bestimmten Grad wieder ausgleichen lassen, wie es bei den Schädigern der vegetativen Organe der Fall ist (Miniermotte, Kaffeerost). Ernteausfälle von 80 % und mehr sind keine Seltenheit. Eine ständige Kontrolle des Wanzenauftretens, sowie die schnelle Durchführung einer erfolgreichen Bekämpfung sind daher ein lebensnotwendiges Gebot für den Pflanzer.

Wegen ihrer großen ökonomischen Bedeutung waren diese Wanzen schon frühzeitig ein Studienobjekt der tropischen angewandten Entomologie in den verschiedensten Kolonialgebieten Afrikas. Die wichtigsten modernen Autoren sind: In Kenya Anderson (1919), in Uganda Gowdey (1918), Wilkinson (1924), Hargreaves (1930, 1936) und in Tanganyika Kirkpatrick (1937) auf der Versuchsstation Amani, Usambara. Vergleicht man die Ergebnisse der räumlich weit getrennt arbeitenden Autoren, so zeigen sie starke Abweichungen, oftmals gerade in den wichtigsten Punkten, was sowohl durch die verschiedenartigen Umweltfaktoren der einzelnen Arbeitsbereiche, als auch durch teilweises Fehlen von meteorologischen Aufzeichnungen und Verzicht auf Freilandversuchen entstanden sein kann.

Im Hinblick auf die bisher herrschende Unklarheit der für eine erfolgreiche Bekämpfung so notwendigen biologischen Daten soll in nachfolgender Abhandlung der Versuch unternommen werden, auf Grund eigener Beobachtungen in Freiland und Labor mit Temperaturkontrolle, sowie durch kritische Betrachtung aller vorliegenden Ergebnisse einen Beitrag zur Klärung der für die Praxis wichtigen biologischen Fragen zu liefern. Die Morphologie wird nur so weit berücksichtigt werden, als es sich um die Mitteilung neuer Tatsachen handelt.

Die Untersuchungen wurden im Kaffeeanbaugebiet des Kilimandscharo und Meru ausgeführt. Hier wie in den anderen, hauptsächlich von Europäern erschlossenen Kaffeedistrikten Ostafrikas werden die *Coffea-arabica*-Sorten „Bourbon", „Kent" und „Blue Mountain" kultiviert, welche die qualitativ hochwertigen „sauren" Kaffees liefern.

In allen diesen Gebieten wird die *Antestia lineaticollis* Stål. (Pentatomid.) zu einem Schädling ersten Ranges. Die übrigen Kaffeewanzenarten erlangen nur teilweise eine örtliche Bedeutung. So tritt im Untersuchungsgebiet noch eine kleinere Verwandte auf, die *Antestia faceta* Germ., deren geringe praktische Bedeutung sich bereits durch die Häufigkeit der beiden Spezies ausdrückt, die sich wie hundert zu eins verhält. Da die Lebensäußerungen und Schadwirkung beider Arten in den wesentlichen Punkten gleich sind, finden sie nachstehend eine gemeinsame Behandlung.

Vor Eintritt in die Materie sei an dieser Stelle Herrn HEINZ BUEB aufrichtig gedankt, der durch seine großherzige Unterstützung erst das Zustandekommen der Untersuchungen ermöglichte.

B. Biotop

Die Kaffeewanzen besiedeln alle Teile des Anbaugebietes, von den untersten Pflanzungen (900 m) bis hinauf an den Urwaldrand (1700 m). Das ganze Jahr über sind sie dort anzutreffen, wenn auch die zahlenmäßige Häufigkeit einem jahreszeitlichen Wechsel unterliegt. Überall ist ihre Vermehrungsgröße derart hoch, daß mindestens einmal im Jahre eine Bekämpfung durchgeführt werden muß.

Außerhalb der Pflanzungen, sowohl im Urwald als auch in der Savanne und den benachbarten Flußtälern wurden keine *Antestia*-Wanzen gesichtet. Jedoch erwähnt HARGREAVES (1936) für Uganda das Vorkommen von *A. lineaticollis* auf *Canthium*-Arten, und LE PELLEY (1934) hat im Kiambudistrikt (Kenya) diese Wanzenart auf *Psychotria nigropunctata* Hiern. gefunden. In beiden Fällen soll sie sich auf der Pflanze vermehrt haben. Daß es sich hierbei um die ursprünglichen Futterpflanzen handelt, erscheint auf Grund von HARGREAVES Bemerkung zweifelhaft, wonach die *Antestia* in Nähe von Kaffeesträuchern keine Vorliebe für *Canthium*-Gewächse zeigt. Wie das Wanzenvorkommen auf den wilden Kaffees im Süden von Tanganyika und in Portugiesisch-Ostafrika ist, bedarf noch der Klärung.

In diesem Zusammenhang muß darauf hingewiesen werden, daß mit sehr großer Wahrscheinlichkeit die als Schattenbaum dienende *Grevillea robusta* A. Cunn. (Silbereiche) in einigen Monaten des Jahres, nämlich zur Zeit ihrer Blüte von September bis Mitte November, den Wanzen als Futterpflanze dienen kann. Die orangefarbenen Blütenstände der Grevilleen sondern in reichlichem Maße Nektar ab, der zahlreiche Insekten aller Art anlockt. Erfahrene Kaffeepflanzer erklärten, während der Blüte Kaffeewanzen auf den Silbereichen gesehen zu haben. Sogar Eigelege sollen dort gefunden worden sein. Eigene positive Beobachtungen wurden hierüber nicht gemacht. Auf jeden Fall ist es aber auffällig, daß nach der Grevilleenblüte (also im Laufe des November) sich in jedem Jahre ein starkes Anwachsen der *Antestia* bemerkbar macht. Da die Wanze eine starke Vorliebe für süße Säfte hat, besteht wohl der Verdacht zu Recht, daß sie auch die Grevilleenblüten als willkommene Nahrungsquelle benutzt, zumal in dieser Jahreszeit auf den unteren Pflanzungen alle Kirschen schon geerntet sind. Jedoch bedarf diese Frage noch einer eingehenden Untersuchung.

C. Zuchtmethodik

Alle Versuche unter Laborbedingungen wurden auf einer vollständig offenen Veranda inmitten der Kaffeebestände (1100 m) vorgenommen. Zur Zucht haben sich kleine Holzrahmenkäfige mit den Ausmaßen $25 \times 25 \times 40$ cm bewährt, deren Wände mit Glas und Gaze verkleidet waren. Eine dauernde Temperaturkontrolle fand statt. Zuchten von Einzeltieren und Junglarven wurden in flachen runden Glasgefäßen von 8—10 cm Durchmesser ausgeführt, welche mittels Drahtgazedeckel verschlossen wurden. Kleinere Behälter und ein fester Verschluß haben sich — besonders in der Regenzeit — als ungeeignet erwiesen. Die mikroklimatischen Bedingungen schwanken während der Regenzeit in kurzen Abständen zwischen den denkbarsten Extremen, die so weit von den natürlichen Faktoren abweichen können, daß eine regelmäßige Entwicklung der Zuchttiere in Frage gestellt wird. Ferner ist die Kontrolle und Feststellung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit in den kleinen Behältern schlecht durchführbar ohne besondere Hilfsgeräte, wodurch eine gesteigerte Möglichkeit zur Bildung von Schimmelpilzen gegeben ist. Außerdem hat es sich gezeigt, daß die Sterblichkeit der *Antestia* in allzu kleinen Zuchtbehältern sehr stark ansteigt.

Für die Versuche im Freiland sind mit einer Glasscheibe versehene Gazekästen ($10 \times 20 \times 30$ cm) benutzt worden, welche über die Zweigenden gestülpt und mittels eines Gazeschlauches nach hinten abgeschlossen wurden. Durch die weitmaschige Stoffbespannung war eine gute Luftzirkulation gewährleistet. Eine ständige Kontrolle der Temperatur zur Einhaltung normaler klimatischer Bedingungen war leicht ausführbar und so die Möglichkeit gegeben, den Kaffeewanzen alle natürlichen Umweltbedingungen zu gewährleisten, ohne die Beobachtung zu unterbinden.

D. Biologie

1. Das Ei

Die *Antestia*-Eier, welche jeweils in kleinen Gelegen abgesetzt werden, besitzen eine fast kuglich-ovale Form mit den Ausmaßen von 0,9 × 1,0 mm. Die frischen Eier sind milchigweiß; ihre Oberfläche ist fein wabenartig strukturiert. In 0,2 mm Abstand vom Apex läuft um das Ei eine helle Markierungslinie, worin beim Schlüpfen der Junglarven die obere Eicalotte abspringt. Nach einigen Tagen verfärbt sich das entwickelnde Ei schwach gelblichbraun. Vor dem Schlüpfen kann man den Embryo deutlich durch die Eischale hindurchschimmern sehen. Der kugliche Embryo liegt fast senkrecht im Eiraum, nur das Abdominalende ist leicht ventral gebogen. Das braungelbe Abdomen mit seinen zwei dorsalen, orangefarbenen Flecken, den indischroten Makeln, die in Höhe der Markierungslinie liegen, und einem hellroten, langen Flecken in der Mittellinie des Kopfes sind am Ei deutlich wahrnehmbar. Am dorsalen Teil des Kopfes in Höhe der horizontalen Markierungslinie sitzt der Eizahn des Embryos. Dieser besteht aus einem leicht gebogenen Chitindreieck, dessen Mittellinien durch Chitinleisten verstärkt werden und in ihrem Schnittpunkt eine stumpfe Spitze bilden, die genau unter der Markierungslinie zu liegen kommt. Von der Basis des Dreiecks, die dem Apex zugewandt ist, zieht ein Band über den Kopf des Embryos zur Ventralseite, wo es kurz unterhalb der perforierten Linie an der Innenseite der Eischale festgeheftet ist.

Beim Schlüpfvorgang strafft der Embryo seinen Körper in der Längsrichtung. Hierdurch übt er mit dem Kopf einen Druck auf das Eizahnband aus, was bewirkt, daß die Spitze des Eizahnes gegen die Markierungslinie gepreßt und somit der apikale Eideckel auf der Dorsalseite abgesprengt wird. Durch den so entstandenen Spalt schiebt sich die junge Larve hinaus, wobei sie den Deckel mitsamt dem Eizahn hochklappt. Dieser bleibt mit den Embryonalhüllen im Ei zurück. Auf den Eirand gestützt legt sich die Larve dann nach hinten über, entfaltet die Extremitäten und neigt sich dann auf die Ventralseite über, um gänzlich aus der Schale zu klettern. Der Schlüpfvorgang dauert 10 bis

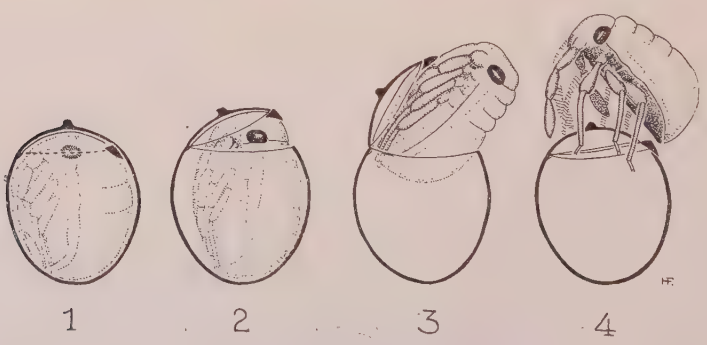

Abb. 1. Schlüpfvorgang der *Antestia*-Larve (40fach)

15 Minuten. Danach bleibt die Larve ruhig auf der leeren Eischale sitzen. In 3 Stunden hat ihr Körper die normale Farbe erreicht.

Allgemein dauert die Entwicklung der Eier von *lineaticollis* in den heißen Monaten (Dezember—März) 5—8 Tage; die meisten Gelege schlüpfen in 6 Tagen bei den Monatsmitteln von 22,0—23,4 ° C. In der Regenzeit steigt die Länge des Eistadiums proportional dem Fallen der Monatsmittel an, die von April—Juni von 21,0 ° auf 18,0 ° C fielen. Als Extrem wurde die Entwicklungsdauer von 12 Tagen gemessen.

Das Ei von *faceta* benötigt in der heißen Zeit 5—6 Tage zur Entwicklung; für die kühle Zeit fehlen Beobachtungen. Die ermittelten Werte decken sich allgemein mit denen der anderen Autoren.

2. Die Larve

Die Lebenseigentümlichkeiten der Larven gleichen weitgehend denen der Imagines. Nur das erste Stadium macht davon eine Ausnahme. Im zweiten werden allmählich die Gewohnheiten der Altlarven und damit der Imagines angenommen.

Nach dem Schlüpfen verbleiben die jungen Larven noch 3—4 Tage dicht beisammengedrängt auf den leeren Eischalen sitzen, ohne eine Nahrung zu sich zu nehmen. Nach dieser Zeit verlassen sie zur gleichen Stunde den Schalenhaufen und es erfolgt die erste Nahrungsaufnahme, wenn möglich in unmittelbarer Nähe. Am nächsten oder übernächsten Tage (also 4—5 Tage nach dem Schlüpfen) beginnen die Larven einzeln umherzuwandern. Von nun an ist eine regelmäßige Nahrungsaufnahme erforderlich. Es werden Kaffeekirschen aller Reifestadien sowie Blütenknospen besaugt. Das erste Larvenstadium dauert 5—8, im Mittel 6 Tage.

Im Gegensatz zu KIRKPATRICK gelang es in keinem Falle, die Junglarven ohne Nahrung oder Wasserzufuhr zur ersten Häutung zu bewegen. Die Tiere wurden zu diesem Zwecke bei einer Temperatur von 20,7 ° C in geschlossenen Gefäßen gehalten. Sie starben stets nach 6 bis 7 Tagen ab, ohne Anstalten zur Häutung gemacht zu haben. Vielleicht handelte es sich bei KIRKPATRICK um offene Gefäße, zu denen die Luftfeuchtigkeit und eventuell der Tau Zutritt hatten.

In der Regel häuten sich alle Larven eines Geleges das erstenmal am gleichen Tage, nur ausnahmsweise verteilt sich die erste Häutung auf zwei aufeinander folgende Tage. Zu Beginn des Häutungsprozesses platzt die alte Larvenhaut an der Trennungslinie zwischen Kopfkapsel und Halsschild, dorsal quer zur Körperachse auf. Durch diesen Spalt schlüpft das noch weiche Tier hinaus. Die neuen Zeichenelemente des nächsten Stadiums sind bereits alle vorhanden, wenn auch erst in schwachen Farben. Die später schwarzen Partien sind vorerst grün. Die alte Haut wird nach rückwärts abgestreift, wo sie liegenbleibt.

Die Länge der fünf Larvenstadien ist sehr verschieden. Ein Unterschied in der Entwicklung beider Geschlechter konnte nicht beobachtet

werden. Die Dauer der einzelnen Stadien ist abhängig von der Temperatur und, wie KIRKPATRICK gezeigt hat, auch weitgehend von der gebotenen Nahrung. Die Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit ist noch nicht geklärt.

Es wurden bei beiden Arten Versuche zur Larvenentwicklung angestellt, wobei größtmöglichste Rücksicht auf die natürlichen klimatischen Bedingungen und das sich jahreszeitlich bietende Kirschenmaterial genommen wurde. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 für beide Wanzenarten zusammengestellt. Ein Vergleich der beiden Aufstellungen zeigt, daß die Entwicklungsdauer von *faceta* etwa ein Fünftel bis ein Sechstel kürzer ist.

Tabelle 1 gibt außerdem eine Gegenüberstellung der Entwicklungszeiten in den heißen, trockenen Monaten (Januar—März) und den kühlen Regenmonaten (April—Juni). Allgemein läßt sich am Klimawechsel, der sich bei der Temperatur während der Untersuchungszeit durch Absinken der Mittel von 23,9 auf 21,6 °C bemerkbar machte, feststellen, daß die Larvenentwicklung durchschnittlich um etwa 10 Tage, also um 18,5 % ansteigt. Die individuellen Schwankungen in der Entwicklungszeit sind zu allen Jahreszeiten groß. Die gemessenen Extreme von *lineaticollis* waren in der Trockenzeit 48 und 61 Tage und in der Regenzeit 55 und 80 Tage. In gleicher Weise variiert natürlich die Länge der einzelnen

Tabelle 1

Dauer der Larvenentwicklung in Tagen von *Antestia lineaticollis* Stål. und *A. faceta* Germ.

Nr.	Schlüpftag	1. Stadium	2. Stadium	3. Stadium	4. Stadium	5. Stadium	Letzte Häutung	Larvenzeit	Mitteltemp. °C
				A. lineaticollis					
1	6. 1.	8	18	9	15	13	10. 3.	57	23,9
2	9. 1.	7	15—18	10—13	10—11	13	6.—10. 3.	56—60	23,9
3	10. 1.	7	15—19	9—10	11	12—13	6.—10. 3.	55—59	23,9
4	11. 1.	6	14—17	8—15	9—11	14	5.—13. 3.	53—61	23,9
5	11. 1.	7	14	8	11	13	5. 3.	53	23,9
6	15. 1.	6	11—12	9—16	8—11	11—13	4.—11. 3.	48—55	23,9
7	17. 1.	6	14—15	11—14	9—10	12—13	11.—15. 3.	53—57	23,9
8	20. 1.	6—7	11—14	11	9	13	11.—15. 3.	50—54	23,9
9	21. 1.	6	13—14	10—11	8—9	12	11.—14. 3.	49—52	23,9
Trockenzeit:		6,6	14,7	10,7	10,3	12,8	—	55	23,9
10	18. 3.	6	7—10	10—11	12—13	19	12.—15. 5	55—58	21,9
11	22. 3.	6	10—16	11	9—13	21—38	18. 5.— 4. 6	57—74	21,8
12	26. 3.	5	11—17	13—18	12—19	21	27. 5.—14. 6.	62—80	21,6
13	27. 3	6	11—12	8—10	9—11	23—25	24.—31. 5.	58—65	21,6
14	3. 4.	7	10—15	10—17	13—14	24—25	7 —19. 6.	65—77	21,1
Regenzeit:		6	11,9	11,9	12,5	22,6	—	65	21,6
				A. faceta					
15	20. 1.	6	9—10	7—9	9—10	11—12	4.—7. 3.	43—46	23,9
16	12. 3.	6	11—14	6—7	5— 8	13—16	23. 4.—1. 5.	42—50	21,9

Stadien. Im Mittel beträgt die Dauer eines Stadiums 10—14 Tage mit Ausnahme des ersten, dessen Länge durchschnittlich 6—7 Tage beträgt. Bemerkenswert ist die Verlängerung des letzten (5.) Larvenstadiums infolge der kühlen Regenzeit im Mittel um 9,6 Tage oder 75 %, wodurch hauptsächlich der Unterschied in der Gesamtlänge der Entwicklung hervorgerufen wird. Zu erwähnen ist ferner die längere Dauer des ersten wie auch des zweiten Stadiums während der warmen Monate Januar und Februar. Wie aber KIRKPATRICK (S. 261, Tafel 7) gezeigt hat, wird die Larvendauer durch Verfütterung von „alten grünen Kirschen" abgekürzt, während „junge grüne" und „reife rote Kirschen" auf die Entwicklung verlängernd wirken sollen. Zeitlich gesehen kann dieser Umstand hier eine Rolle spielen.

Der Vergleich zwischen den anderen Autoren und der Tabelle 1 ergibt folgende Verschiedenheiten: Die Beobachtungen von KIRKPATRICK decken sich in großen Zügen mit den gefundenen Entwicklungszeiten. Die Angaben der übrigen Autoren lassen sich nur bedingt in die Betrachtung mit einbeziehen, da Klimaangaben gänzlich fehlen. Die Zeiten von ANDERSON (Kabete) sind auffällig und erscheinen außergewöhnlich. Er gibt unter anderem an: 2. Stadium 11—47 Tage (Juni—Sept.) im Mittel 33 Tage; 3. Stadium 8—66 Tage (August—Okt.) im Mittel 22,5 Tage; 4. Stadium 13—59 Tage (Sept.—Dez.) im Mittel 22,5 Tage und 5. Stadium 8—37 Tage (Sept.—Dez.) im Mittel 23,3 Tage. Zu den erwähnten Maxima fanden sich in den Zuchten des Verfassers Parallelerscheinungen, wobei es sich stets um einen abnormen Entwicklungsgang — anscheinend durch Krankheit nicht parasitären Ursprungs verursacht — handelte, denn alle Tiere starben nach dem extrem langen Stadium ab.

Nachstehende außerordentliche Werte wurden mehrmals gemessen: 2. Stadium bis 26 Tage, 3. Stadium bis 56 Tage, 4. Stadium bis 33 Tage. Für die Ermittlung der Larvendauer sind aber diese Angaben ohne praktische Bedeutung.

Auf Grund seiner Fütterungsversuche mit a) „jungen grünen Kirschen", b) „alten grünen Kirschen" und c) „reifen roten Kirschen" kommt KIRKPATRICK (S. 260, Tafel 8) zu dem Schluß, das „junge grüne Kirschen" eine besonders auffällige Sterblichkeit unter den Larven des 2. Stadiums hervorrufen. Er stützt sich hierbei auf Beobachtungen im Labor. Dazu muß bemerkt werden, daß in den *Antestia*-Zuchten allgemein diese Beobachtung gemacht werden mußte, welche Futterart auch immer den Larven des 2. Stadiums gegeben wurde. Die Larven dieses Stadiums besitzen augenscheinlich nur eine geringere Widerstandskraft. In den Zuchten von KIRKPATRICK starben auf Grund der „jungen grünen Kirschen", zu denen er die 2—3 Monate alten Früchte rechnet, in der kühlen Zeit (Tafel 8, 30 Versuchstiere) 36,7 % der Larven des 2. Stadiums und in der warmen Zeit Ende Dezember (Fußnote S. 260, 13 Versuchstiere) sogar 76,9 % der Larven. Wenn diese Zahlen allgemeine Gültigkeit für die Praxis besitzen sollen, so müßte sich zu

einer Zeit, wo nur junge Kirschen an den Sträuchern sitzen, ein starker Rückgang der *Antestia* bemerkbar machen. Die Voraussetzungen für diese Erscheinung treten fast in jedem Jahre in den Monaten November bis Februar auf den mittleren Pflanzungen des Kilimandscharo ein, wenn nach einer starken Blüte im November nur junge Früchte an den Bäumen hängen. Jedoch im Gegensatz zu KIRKPATRICKS Angaben tritt im Freiland alljährlich ein ständiges starkes Anwachsen der Wanzen auch unter diesen „ungünstigen" Futterbedingungen in Erscheinung. Alle gemachten Beobachtungen deuten aber darauf hin, daß bei Zuchten im Labor Bedingungen eintreten können, welche besonders für das 2. Larvenstadium verhängnisvoll werden und wobei sich eventuell ein spezielles Futter nach der ungünstigen Seite fördernd auswirkt. Das Beispiel zeigt auch, mit welchen Vorbehalten durch Laborversuche in den Tropen gewonnene Ergebnisse für die Praxis verallgemeinert werden dürfen.

Die Larven der ersten beiden Stadien sind im Gegensatz zu den Altlarven und Vollkerfen noch nicht befähigt, mit ihren Saugrüssel das festere Endocarp (spätere Pergamentschale) der großen grünen Kirschen zu durchbohren und an den Samenanlagen selbst zu saugen. Diese ersten Stadien können also dadurch den *Nematospora*-Pilz auf die Bohnen der großen Kirschen noch nicht übertragen, dessen Schadwirkung in den folgenden Kapiteln näher behandelt wird.

3. Die Imago

Die Imagines beider Arten unterscheiden sich deutlich voneinander in Färbung und Größe. Innerhalb der Arten besteht ein Sexualdimorphismus im Größenverhältnis. Die Weibchen sind in jedem Falle größer als die Männchen. Eine zahlenmäßige Übersicht der Körperlängen beider Arten wird in Tabelle 2 wiedergegeben.

Tabelle 2

Größenverhältnisse der *Antestia*-Imagines. Maße in Millimeter

Spezies	*lineaticollis*		*faceta*	
Geschlecht	♀	♂	♀	♂
Maximum	7,8	6,8	7,0	5,9
Minimum	7,1	6,2	5,9	5,3
Durchschnitt	7,4	6,5	6,4	5,5
Verhältnis	1,14 : 1		1,16 : 1	
Standardabweichung	± 0,17	± 0,17	± 0,29	± 0,22

a) Allgemeines Verhalten

Die durchschnittliche Lebensdauer der Imagines von *lineaticollis* betrug in den Zuchten für die Weibchen 95 Tage und 85 Tage für die Männchen, wozu auch die Imagines gerechnet wurden, deren Larven aus dem Freiland stammten und teilweise mit *Corioxenos antestiae* Blair

(Strepsipteron) befallen waren. Als Maximalzeiten wurden 142 Tage für die Weibchen und 114 Tage für die Männchen beobachtet. In der heißen Zeit (Dez.—März) lag der Durchschnitt etwas niedriger, 85 Tage für Weibchen und 82 Tage für Männchen. Im Laufe der kühlen Regenzeit (April—Juni) stieg der Durchschnitt an, die Weibchen auf 113 und die Männchen auf 99 Tage. Bei *faceta* erreichte ein Weibchen 182 Tage und ein Männchen 167 Tage.

Die gemessenen Durchschnittswerte liegen zwischen den Angaben von Gowdey (Weibchen und Männchen 16 Tage) und Wilkinson (Weibchen und Männchen 57 Tage) auf der einen Seite und Anderson (Weibchen 131 Tage, Männchen 106 Tage) und Kirkpatrick (Weibchen 121—131 Tage, Männchen 98—106 Tage) auf der anderen Seite. Die Werte der ersten beiden Autoren scheinen das Ergebnis außergewöhnlicher Laborbedingungen darzustellen und werden für die Praxis besser nicht berücksichtigt.

Die Kaffeewanzen beider Arten und ihre Larven sind an allen oberirdischen Teilen des Kaffeestrauches anzutreffen. Am liebsten sitzen sie zwischen den Blüten- oder Kirschenquirlen, also in der Nähe ihrer Nahrungsquellen. Bei Annäherung einer Gefahr verstecken sie sich, indem sie schnell auf die abgewandte Seite des Zweiges laufen. Die Imagines sind nicht sehr fluglustig. Sie fliegen selten ohne Störung auf; nur in den Nachmittagsstunden besonders heißer und schwüler Tage führen sie hin und wieder einen kurzen freiwilligen Flug aus. Bei unmittelbarer Gefahr lassen sich die Wanzen von den Zweigen hinabfallen. Im Fallen öffnen sie kurz über dem Erdboden ihre Flügel, fliegen eine Strecke weit über dem Boden dahin und landen in einiger Entfernung auf einem anderen Strauch.

Die Kaffeewanzen haben eine besondere Methode, sich aus der Rückenlage wieder auf die Beine zu richten, indem sie die seitlich ausgestreckten Hinterextremitäten ruckartig gegen die Unterlage schlagen. Auf Grund der gewölbten Oberseite des Abdomens fallen sie bald mit einigen kräftigen Schwüngen auf die Beine.

Zur Kotentleerung begeben sich die Wanzen stets an die Unterseite der Zweige und lassen ihren Körper fast senkrecht nach unten hängen, so daß das Kottröpfchen abfallen kann, ohne den Körper zu beschmutzen. Der Kot wird stets in Tropfen abgesetzt, welche gemäß der Nahrung glasklar und farblos bis milchig-grün, teilweise auch tief blaugrün sein können. Nach dem Eintrocknen bleibt ein lackartiger Fleck.

Zum Zwecke der Saftentnahme bohrt die *Antestia* ihren Rüssel in Kirschen und Blütenknospen. Während des Saugens stößt sie ihn fortwährend im langsamen Rhythmus in das Objekt hinein und zieht ihn dann wieder um das gleiche Stück in die Höhe. Die Länge des Saugaktes ist sehr verschieden. Er schwankt zwischen wenigen Sekunden, einer Viertelstunde und länger, je nach dem Nahrungs- und Feuchtigkeitsbedarf des Tieres, der sich in der heißen Zeit und während der Eiproduktion erheblich steigert. Ohne Nahrung können die Wanzen nur

wenige Tage leben. In angestellten Hungerversuchen mit *A. lineaticollis* starben die Weibchen nach 4—6 Tagen, die Männchen bereits nach 2—5 Tagen bei einer Mitteltemperatur von 21,1 ° C und relativer Luftfeuchtigkeit von über 60 %. WILKINSON gibt an, daß in seinen Zuchten die Imagines ohne Nahrung schon nach 2 Tagen eingingen. Leider erwähnt er keine Witterungsbedingungen.

Die Lebenstätigkeit der *Antestia*-Wanzen ist von der Witterung stark abhängig. Allgemein ist zu sagen, daß warmes, trockenes Wetter fördernd auf die Aktivität des Schädlings wirkt, wogegen eine kühle und feuchte Witterung die gegenteilige Wirkung hervorruft. Auf Grund des hohen Wärmebedürfnisses sind die Lebensäußerungen zu den einzelnen Tageszeiten sehr verschieden. In den ersten Morgenstunden findet man die Wanzen von der Nachtkälte verklammt in ihren Verstecken an den Zweigen zwischen Kirschen- oder Blütenquirlen sitzen. Die Nachttemperaturen — es wurden Minima bis zu 10,2 ° C (1100 m) hinab gemessen — liegen häufig unterhalb der Behaglichkeitsgrenze der Wanzen, so daß diese schon in eine Art Kältestarre verfallen. Mit der aufkommenden Morgensonne werden von ihnen die äußeren Strauchpartien aufgesucht, die besonnten Zweige erfahren hierbei eine Bevorzugung. In den Mittagsstunden zieht sich die *Antestia* wieder von der Oberfläche der besonnten Strauchteile zurück. Wenn auch die Tiere jetzt wieder zum größten Teil bewegungslos in einem schattigen Winkel sitzen, ist ihre Reaktionsfähigkeit gegenüber der Morgenstunden sehr gesteigert. So hat seit einigen Stunden rege Saugtätigkeit eingesetzt. Mit dem Sinken der Sonne werden die Wanzen immer lebhafter. In den späten Nachmittagsstunden laufen sie emsig auf den Zweigen umher, und ab und zu führen einzelne Individuen einen kurzen Flug aus. In dieser Zeit wird auch hauptsächlich das Fortpflanzungsgeschäft erledigt, das nach Einbruch der Nacht fortdauern kann. Es wurden Kopulationen noch bis kurz vor Mitternacht bei einer Temperatur von 18 ° C beobachtet. An ausgesprochen heißen Tagen setzt die Geschlechtstätigkeit schon früher ein, also bereits in den letzten Stunden des Vormittags. Eine besonders rege Paarungslust wurde an Nachmittagen von warmen Tagen beobachtet, wenn es vorher geregnet hatte. Die relative Luftfeuchtigkeit betrug dabei 60 % und mehr gegenüber von 35—20 % normaler Tage der heißen Zeit. Hingegen kann an kühlen Regentagen die Annäherung der Geschlechter gänzlich unterbleiben.

Für die Geschlechtstätigkeit von *faceta* spielt hingegen die Tageszeit nur eine geringe Rolle. Es werden Kopulationen in den frühen Morgenstunden ausgeführt, was bei *lineaticollis* nie vorkommt. Jedoch macht sich auch hier eine Steigerung der Lebensäußerungen am Nachmittag bemerkbar, so daß 50 % der Kopulationen in die Zeit von 3—6 Uhr nachmittags fallen. Im Gegensatz zu *lineaticollis* wurde bei dieser Art keine Vereinigung nach Eintritt der Dunkelheit beobachtet. Die Verteilung von 25 Kopulationen eines *faceta*-Paares innerhalb der Tagesstunden ist in Tabelle 3 wiedergegeben.

Tabelle 3

Verteilung der Kopulationen von *A. faceta* Germ. auf die Tageszeiten

	Vormittag					Nachmittag						
Uhrzeit . .	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
Kopulation . .	2	1	3	1	4	1	0	3	3	3	4	0

b) Paarung

Der eigentlichen Paarung geht bei beiden Arten ein Liebesspiel voraus, wobei das Männchen der allein aktive Teil ist. Hat ein *Antestia*-Männchen das geeignete Weibchen entdeckt, so nähert es sich, läuft einige Male um den Partner herum und betastet ihn mit den Fühlern. Dann stellt sich das Männchen hinter das still verharrende Weibchen und beginnt mit seiner Werbung, indem es bald die eine oder andere Seite des weiblichen Abdomens mit seinem vorderen Beinpaar streichelt. Zwischendurch betupft es mit seinem Kopf das weibliche Abdominalende, worauf es einige Sekunden ruhig verharrt, während sein Kopf das Weibchen berührt. Plötzlich geht das Männchen etwas zurück und beginnt wieder mit dem Streicheln. Dieser Vorgang wiederholt sich verschiedene Male. Hierauf verstärkt das Männchen seine Reizversuche, indem es nicht nur mit den Vorderbeinen, sondern auch mit seinem Thorax die Seiten des Weibchens bestreicht. Dieses verhält sich zunächst ziemlich teilnahmslos gegenüber den männlichen Werbungen und läuft mehrere Male ein Stück davon. Schließlich bleibt es aber stehen und läßt sich die Werbung gefallen. Beiden Partnern bemächtigt sich nach und nach eine große Erregung, sie trippeln aufgeregt umher, das Männchen sein Reizspiel ständig fortsetzend. Mit einem Male macht das Männchen kehrt, drückt sein Hinterende gegen das weibliche Abdomen und der Begattungsakt beginnt. Das Liebesspiel dauert gewöhnlich 30—40 Minuten. Als Platz hierzu werden in der Hauptsache die äußeren, oberen Zweige des Kaffeestrauches gewählt.

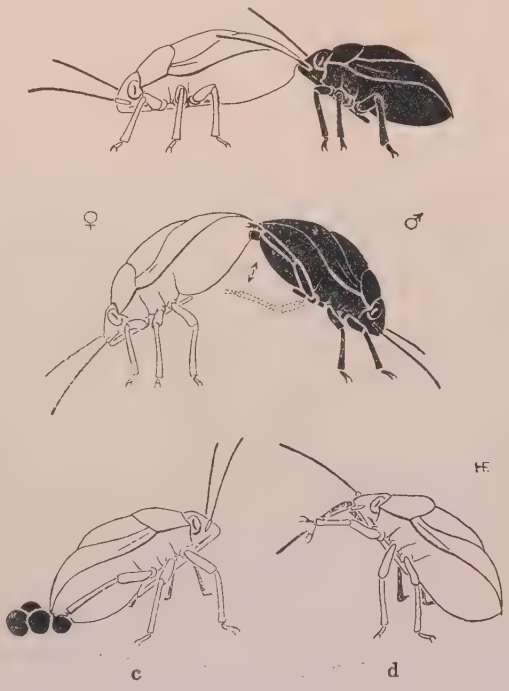

Abb. 2. a *Antestia*-Paar beim Liebesspiel, b *Antestia*-Paar in Kopula, c Weibchen beim Legeakt, d Putzstellung

Während der Kopulation sitzen die Tiere abgewandt voneinander. Wenn die *immissio penis* vollzogen ist, richten die Partner ihre Körper nach hinten schräg in die Höhe, wodurch ihre Köpfe die Unterlage berühren. Während der ganzen Dauer der Vereinigung schlägt nun das Männchen mit dem letzten Beinpaar rhythmisch auf und nieder und streichelt beiderseits das Hinterende des Weibchens. Die Kopula kann über eine Stunde dauern. Hernach laufen die Tiere schnell auseinander, ohne sich weiter um den Partner zu kümmern.

Beim Liebesspiel und dem anschließenden Geschlechtsakt sind die Sinnesfunktionen der Partner stark herabgesetzt, was sich z. B. darin äußert, daß die Tiere nicht wie sonst von einer sich nähernden Gefahr Notiz nehmen und auf die abgewandte Blatt- oder Zweigseite flüchten. Sie bringen sich erst in Sicherheit, wenn sie durch Berührung gestört werden. Dann flüchtet ein kopulierendes Paar in der Weise, daß das größere Weibchen voranläuft und das kleinere Männchen rückwärts hinter sich herzieht.

Die erste Begattung der Weibchen findet 4—7 Tage vor der ersten Eiablage statt, also in der ersten Woche der Imaginalzeit. Von diesem Zeitpunkt an werden die *Antestia*-Weibchen regelmäßig begattet. Ein Weibchen wurde beobachtet, daß während seines Lebens von 162 Tagen insgesamt 30 Kopulationen ausführte. Bemerkenswert ist, daß nach Erlöschen der Legetätigkeit, was mit dem 125. Lebenstag eintrat, in den folgenden 3 Wochen noch dreimal kopuliert wurde, so daß der Fortpflanzungstrieb nicht auf eine besondere Zeitspanne beschränkt ist.

In der Legezeit finden die Begattungen durchschnittlich alle 2,6 Tage statt. Es wurden einerseits Vereinigungen an aufeinanderfolgenden Tagen beobachtet, auf der anderen Seite wurden 9 Tage als größte Zeitspanne dazwischen gezählt. Korrelationen irgendwelcher Art lassen sich zwischen Kopulation und Eiablage nicht erkennen. Wohl gehen der ersten Eiablage 1—4 Begattungen voraus, dann aber wechseln Eiablage und Begattung in bunter Folge miteinander ab, so daß zwischen den einzelnen Gelegen entweder mehrere Paarungen oder auch keine stattfinden kann. Kopulation und Eiablage können am gleichen Tage und sogar kurz hintereinander in wechselnder Reihenfolge vollzogen werden.

Daß die *Antestia*-Weibchen ihre Legetätigkeit nach kurzer Zeit einstellen, wenn sie nicht immer wieder begattet werden (WILKINSON), konnte in keinem Fall festgestellt werden. So setzte z. B. ein *facetа*-Weibchen während einer Isolationszeit von 5 Wochen 11 Gelege mit 123 Eiern ab, die alle befruchtet waren und Nachkommen ergaben.

c) Eiablage

Die Eigelege haben eine inkonstante Zahl. Im Mittel bestehen die Gelege von *lineaticollis* aus 11,5 Eiern, während die von *faceta* nur 10,9 besitzen. Nur das erste Gelege eines jungen Weibchens, und vielfach

auch noch das zweite, sind unvollständig und liegen unter dem Durchschnitt. Ebenso verhält es sich mit den letzten 2—3 Gelegen vor Erlöschen der Eiproduktion. Die Eizahl 12 kommt bei *lineaticollis* am häufigsten vor, während sich bei *faceta* die Zahlen 12 und 11 die Spitze teilen. Eine Zählung von je 50 Gelegen ergab die in Tabelle 4 aufgeführte Häufigkeit der Eizahlen.

Tabelle 4

Verteilung der Eizahlen bei je 50 Gelegen von *A. lineaticollis* und *A. faceta*

Eizahl im Gelege		7	8	9	10	11	12	13	14	
Häufigkeit der Gelege	*lineaticollis*	0	1	2	3	10	32	2	0	50
	faceta	1	3	6	8	14	18	0	0	50

Der Durchschnitt der in den Zuchten abgesetzten Gelege von *lineaticollis* betrug 12,5 mit 144 Eiern, was mit KIRKPATRICKS Beobachtungen in Amani übereinstimmt (13 Gelege mit 148 Eiern). Besonders hohe Rekordzahlen, wie sie ANDERSON (485 Eier) und HARGREAVES (300 Eier) von einzelnen Tieren berichten, traten nicht auf. Dagegen wurde eine *faceta* registriert, die in 120 Tagen 26 Gelege mit 289 Eiern produzierte.

Im Freiland wird die überwiegende Mehrzahl der Gelege an der Unterseite der Kaffeeblätter abgesetzt, in zweiter Linie werden die Kaffeekirschen berücksichtigt. Ferner wurden frische Gelege am Erdboden auf abgefallenen, trocknen Blättern, sowie Samenkapseln der Schattenbäume (*Grevillea robusta*) und auf Grashalmen gefunden. In den Zuchtkäfigen bevorzugten die Weibchen einen rauhen Untergrund. So wurden die einzelnen Bestandteile der Gefäße in folgender Reihenfolge berücksichtigt: Stoffgaze, Holz, Drahtgaze, Glasscheiben. Eine besondere Vorliebe für Kaffeeblätter trat hier nicht ein.

Nachdem das legebereite Weibchen einen geeigneten Platz aufgesucht hat, drückt es das Abdominalende mit der Oviduktöffnung gegen die Unterlage. Mit langsam schaukelnden Bewegungen des Hinterkörpers wird das Ei herausgepreßt. Im gleichen Maße wie das Ei hervortritt, hebt das Tier sein Abdomen. Ist mehr als die Hälfte des Eies ins Freie gelangt, so wird der Legeakt unterstützt und beschleunigt, indem das Weibchen mit einem Hinterfuß gegen das Ei stemmt. Der ganze Legevorgang dauert 10—20 Sekunden. Danach verharrt das Tier unbeweglich bis zum Erscheinen des nächsten Eies, das durchschnittlich nach 3 Minuten erscheint. Für ein ganzes Gelege benötigt das Tier 30—40 Minuten.

Die Legetätigkeit der Weibchen beginnt in den frühen Nachmittagsstunden und wird an warmen Abenden auch nach Eintritt der Dunkelheit fortgesetzt. Gelegentlich sind Eiablagen auch am Vormittag heißer Tage beobachtet worden.

Die erste Eiablage der *lineaticollis*-Weibchen erfolgt 9—14 Tage nach dem Schlüpfen der Imago. Im Mittel beträgt die Zeitspanne 11,4 Tage (Tabelle 5).

d) Generationsdauer

Wie in Tabelle 5 gezeigt wird, beträgt die durchschnittliche Länge einer Generation von Ei zu Ei in der heißen Zeit etwa 66 (55 + 11,4) und in der kühlen Zeit etwa 76 Tage (65 + 11,4). Innerhalb des gesamten Jahreskreislaufes würde demnach die mittlere Generationslänge 71 Tage betragen.

Da die *Antestia* ihre Eier in einer größeren Zeitspanne ablegt, entsprechen die in einem Jahre möglichen mittleren Generationslängen nicht der Zahl der tatsächlichen Generationen. Als empirischer Wert war gefunden worden, daß ein Weibchen von *lineaticollis* im Durchschnitt 12,5 Gelege mit 144 Eiern in 40 Tagen produziert. Unter Berücksichtigung des ersten Geleges wird jeweils nach 71 Tagen eine neue Generation entstehen. Im Gegensatz dazu wird aber bei Berücksichtigung der zuletzt abgesetzten Gelege eine Reihe entstehen, wo nur alle 111 Tage (71 + 40) mit einer neuen Generation zu rechnen ist. Die schnellste Generationenfolge wäre also alle 71, die langsamste alle 111 Tage möglich. Auf den Ablauf eines Jahres bezogen, beläuft sich das Maximum auf 5,1 Generationen und das Minimum auf 3,3. Das Mittel davon liegt bei 4,2, so daß man in der Praxis als Mittelwert mit dem Vorkommen von 4 *Antestia*-Generationen in einem Jahre rechnen darf.

Tabelle 5

Dauer einer Generation von *A. lineaticollis* in der heißen Jahreszeit bei einer mittleren Temperatur von 24,0 °C

Zucht Nr.	Eiablage der P-Generation	Schlüpfen der Larven		Schlüpfen der Imagines		1. Eiablage F_1-Generation		Gesamtdauer in Tagen
		am	nach Tagen	am	nach Tagen	am	nach Tagen	
1	3. 1.	9. 1.	6	10. 3.	60	19. 3.	9	75
2	3. 1.	9. 1.	6	6. 3.	56	18. 3.	12	74
3	5. 1.	11. 1.	6	8. 3.	56	18. 3.	10	72
4	5. 1.	11. 1.	6	11. 3.	59	22. 3.	11	76
5	9. 1.	15. 1.	6	4. 3.	48	18. 3.	14	68
6	9. 1.	15. 1.	6	6. 3.	50	19. 3.	13	69
7	9. 1.	15. 1.	6	5. 3.	49	19. 3.	14	69
8	9. 1.	15. 1.	6	10. 3	54	23. 3.	13	73
9	11. 1.	17 1.	6	11. 3.	53	20. 3.	9	68
10	11. 1.	17. 1.	6	15. 3.	57	24. 3.	9	72
11	14. 1.	20. 1.	6	13. 3.	52	23. 2.	10	68
12	15. 1.	21. 1.	6	11. 3.	49	21. 3.	10	65
13	15. 1.	21. 1.	6	11. 3.	49	24. 3.	13	68
14	15. 1.	21. 1.	6	12. 3.	50	24. 3.	12	68
15	15. 5.	21. 1.	6	12 3.	50	24 3.	12	68
	Durchschnitt		6		52,8		11,4	68,9

E. Massenwechsel

Die *Antestia*-Wanzen treten das ganze Jahr über in den Kaffeebeständen auf. Die Häufigkeit ihres Vorkommens ist jahreszeitlich verschieden und wird durch das Klima und die natürlichen Feinde reguliert. In den Pflanzungen der Europäer läßt sich der normale Jahreszyklus der Wanzen nicht genau erkennen, da mindestens zu einer Zeit des Jahres eine intensive chemische Bekämpfung dieses Schädlings stattfindet.

Allgemein ist zu sagen, daß eine trockene und warme Witterung für die Vermehrung der Wanzen günstig ist, während kühles und feuchtes Wetter hemmend wirkt. Hieraus ergibt sich in jedem Jahre ein schnelles zahlenmäßiges Ansteigen in der Trockenzeit, dem ein Stillstand und Rückgang in den Regenmonaten folgen.

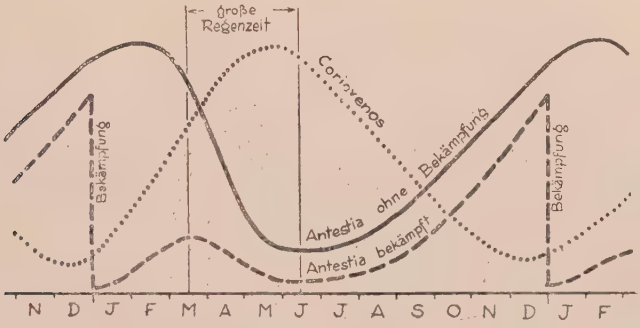

Abb. 3. Schematischer Gradationsablauf innerhalb eines Jahres der *Antestia* in Arealen mit und ohne Bekämpfung im Vergleich zum Hauptparasiten *Corioxenos antestiae* Blair

Im einzelnen zeigt der Massenwechsel während eines Jahres folgendes Bild für das Anbaugebiet des Kilimandscharo: Vom Ende der Regenzeit (Juni) bis teilweise in den September hinein sind die Wanzen nicht allzuhäufig — stellenweise sogar selten — so daß ihre Schadwirkung nicht groß ist. Im Laufe des Oktober und November — während und nach der Grevillenblüte — treten sie stärker in Erscheinung; und mit den nun steigenden Temperaturen nimmt ihr Vorkommen ständig zu, so daß sie im Dezember und Januar große Zerstörungen unter den jungen Kirschen anrichten. Zu Beginn des Januar wird im östlichen Teil des Anbaugebietes die chemische Bekämpfung durchgeführt, welche die Kalamität zum Erliegen bringt. In den trockneren Pflanzungen des westlichen Anbaugebietes macht das starke Wanzenvorkommen oft im September und Oktober bereits eine Bekämpfung notwendig.

Die in der Folgezeit von den überlebenden Individuen bedingte Vermehrung läßt die Wanzen zu Anfang der Regenperiode (Ende März) wieder mehr in Erscheinung treten, obgleich die auf die Wanzenbekämpfung folgende Kupfer-Kalk-Spritzung gegen Kaffeerost auch noch einen schädigenden Einfluß auf die Wanzen ausübt.

Auf Grund der hohen Luftfeuchtigkeit und Temperaturerniedrigung während der zweiten Hälfte der Regenzeit (Ende April bis Anfang Juni), sowie durch den *Corioxenos*-Befall, dem Hauptparasiten der Kaffeewanze, erfährt das *Antestia*-Vorkommen kein weiteres Ansteigen. Auch in Zuchten unter einem Schutzdach ging die Legetätigkeit in den Monaten April und Mai stark zurück und hörte teilweise gänzlich auf. Die während dieser Wochen herrschenden Temperaturen näherten sich bereits beträchtlich der unteren Aktivitätsgrenze der Wanzen (Tageshöchsttemperaturen zum Teil nur 18,5 °C). In den ersten Tagen des Juni setzte die Wanzenvermehrung wieder ein, nachdem das Wetter für 14 Tage sonniger und weniger niederschlagsreich war.

Die allgemeine Jahreskurve der *Antestia*-Gradation mit ihrem Höhepunkt im Dezember/Januar und ihrem Tiefstand im Mai/Juni kann zu jeder Jahreszeit die mannigfachsten Abänderungen erfahren, je nach geographischer Höhenlage des Areals und Witterung. Auf den möglichen Rückgang der Wanzen innerhalb der kühlfeuchten letzten Regenwochen im Mai ist bereits hingewiesen worden. Andererseits besteht auch zu dieser Jahreszeit die Möglichkeit eines Anstieges, sofern es sich um ein ausgesprochen trockenes Jahr handelt und die Regen nicht in geschlossener Folge fallen. In gleicher Weise ändert sich je nach der Witterungsabweichung auch die Befallskurve in den übrigen Monaten, so daß auch außerhalb der sogenannten „heißen Zeit" mit Kalamitäten des Schädlings zu rechnen ist. Besonders in den niedriggelegenen Pflanzungen mit hohen Mitteltemperaturen und geringeren Regenmengen tritt dieser Fall des öfteren ein. Im Gegensatz hierzu konnte beobachtet werden, daß die Wanzen auf den höher gelegenen Pflanzungen (1500 m) in den der Regenzeit folgenden Monaten bis in den November hinein infolge niedriger Temperaturen weiterhin eine seltene Erscheinung darstellen können.

Unter Benutzung der gefundenen durchschnittlichen Eizahlen kann der theoretische Vermehrungskoeffizient (m) von *lineaticollis* ermittelt werden, gemäß der von BREMER (1929) und ZWÖLFER (1932) gefundenen Regeln. Bei mehreren (c) Generationen im Jahr lautet die Formel: $m_c = \left(\frac{a}{b}\right)^c$, wobei a die durchschnittliche Zahl der Nachkommen eines Weibchens am Gesamtbestand der Elterntiere bedeuten. Als ermitteltes Verhältnis der Geschlechter gibt WILKINSON 42,5 % Männchen zu 57,5 % Weibchen an und KIRKPATRICK 38,6 % Männchen zu 61,4 % Weibchen, im Mittel also etwa 40 zu 60 %.

Der Sexualindex $\frac{♀}{♂ + ♀}$ der Art wäre demnach $\frac{60}{40 + 60} = \frac{3}{5}$; somit ist $b = 1{,}67$ und der theoretische Vermehrungskoeffizient der Art demnach

$$m_4 = \left(\frac{144}{1{,}67}\right)^4 = 86{,}2^4 = 55\,210\,000.$$

Bei 4 Generationen würden also im Jahre 55 210 000 Weibchen entstehen, zu denen noch die fehlenden 40 % Männchen zur Gesamtpopulation gerechnet werden müssen. Die einzelnen Filialgenerationen eines Weibchens haben folgende Individuenstärken:

P	F_1 $^1/_4$ Jahr	F_2 $^1/_2$ Jahr	F_3 $^3/_4$ Jahr	F_4 1 Jahr
1	144	10 402	896 706	77 294 000

Eine Population würde nach Ablauf eines Jahres 77 294 000 Individuen umfassen.

Der Teil einer Generation, welcher normalerweise ausgemerzt werden muß, damit der Bestand auf gleicher Höhe bleibt, ist von BREMER als normaler Vernichtungsquotient (q) definiert worden. Es ist $q = \frac{a - b}{a}$ oder in Prozenten $100\,q = \frac{100\,(a - b)}{a}$. Für c Generationen im Jahre wird $q^c = \frac{a^c - b^c}{a^c}$.

Bei *A. lineaticollis* mit 4 Generationen müssen demnach jährlich

$$\frac{(144^4 - 1{,}67^4)\ 100}{144^4} = 99{,}999\ \%$$

der Nachkommenschaft zugrunde gehen. Dieser hohe Quotient kann naturgemäß in der Praxis nur selten erreicht werden; er wird im Gegenteil zur allermeisten Zeit wesentlich unterschritten.

Die genaue Größe des tatsächlichen Vernichtungsquotienten, dem diese Tierart im Laufe ihrer Entwicklung ausgesetzt ist, muß vorerst in ihrer Gesamtheit durch Schätzung ersetzt werden, welche sich auf die Erfahrungen der Praxis und den speziellen Vernichtungswert von Einzelfaktoren stützt. So ist von KIRKPATRICK (S. 338) der jahresdurchschnittliche Vernichtungswert des *Antestia*-Parasiten *Corioxenos antestia* Blair mit 40—50 % je Generation angegeben. Für die übrigen Faktoren wie Eiparasiten, Räuber, Krankheiten und ungünstige Witterungseinflüsse müssen nach den gemachten Beobachtungen insgesamt noch weitere 25—35 % angesetzt werden, so daß im Durchschnitt mit einem Ausfall von etwa 75 % unter den im Beobachtungsgebiet herrschenden Bedingungen zu rechnen ist. Diese Größe würde bedeuten, daß sich von 86,2 Weibchen je Generation nur 21,6 fortpflanzen. Eine Population hätte demzufolge in einem Jahr eine Individuenstärke von 305 349. In einer Pflanzung von 100 000 Kaffeebäumen (etwa 62 ha) kämen dann bereits 3 Wanzen auf den Baum. Der Vernichtungsquotient beträgt hierbei 99,605 %.

Für die Praxis besagt die Angabe des Jahresmittels nicht viel, da im Jahreszyklus die großen Klimaschwankungen ihre Einflüsse auf Wirt

und Parasit in verschiedener Form ausüben, worauf im folgenden Kapitel näher eingegangen wird.

Als ein weiteres komplizierendes Moment kommt noch die chemische Bekämpfung hinzu. Durch sie erlebt unter anderem die Parasitierung in den für die *Antestia* entwicklungshemmenden Regenmonaten (April/Mai) ihr Maximum von über 80 %; d. h. zu einer Zeit, wo die Legetätigkeit der *Antestia*-Weibchen das Minimum erreicht, steigt der Parasitenbestand enorm an. Somit dürfte in diesen und auch noch folgenden Monaten der normale Vernichtungsquotient erreicht werden. Auf der anderen Seite erlangt das *Corioxenos*-Auftreten in den Monaten um den Dezember seinen jährlichen Tiefstand (etwa 10 %), wogegen sich die warme und verhältnismäßig trockene Witterung sehr begünstigend auf die Vermehrung der Kaffeewanzen auswirkt. Innerhalb der zu dieser Zeit lebenden Generationen liegt also der tatsächliche Vernichtungsquotient sehr niedrig und dürfte wohl 25 % selten überschreiten. Daraus resultieren Populationsstärken für die F_1-Generation von 108 und für die F_2-Generation von 6998 Individuen.

Diese Zahlen haben insofern praktische Bedeutung, als sie die Vermehrungsgröße für den Beginn der jährlichen Kalamität erklären. Sie begründen das plötzliche Massenauftreten der *Antestia*, das während der Monate November bis Februar immer wieder in den Kaffeekulturen beobachtet wird und eine chemische Bekämpfung zur Rettung der Ernte notwendig macht. Ebenso wird mit Hilfe des Vernichtungsquotienten der Stillstand der Wanzenvermehrung gegen Ende der Regenzeit verständlich.

F. *Antestia* und Kaffeebaum

1. Vorkommen im Kaffee

Die Verteilung der *Antestia*-Wanzen in den Kaffeebeständen ist nicht einheitlich. Ihr Verhalten ist nach der Höhenlage verschieden. Während die Wanzen in der Höhe nach Möglichkeit die beschatteten Kaffeepflanzen meiden, was besonders in den Eingeborenenpflanzungen an der Urwaldgrenze augenfällig ist, dringen sie bei Abnahme der geographischen Höhe immer weiter in die beschatteten Bestände ein. Um 1200—1100 m sind sie schon überall im lichten Schatten zu finden und auf den Sträuchern mit stundenweiser Beschattung. In gut beschatteten Pflanzungsblocks ist ihr Erscheinen jedoch noch seltener. In Pflanzungen um 1000 m machen die Wanzen auch vor tiefen Schatten keinen Halt mehr. Während der heißen Zeit ziehen sie sich sogar aus den wenig oder unbeschatteten Beständen hierher zurück. Die gleiche Beobachtung konnte KIRKPATRICK in den unteren Pflanzungen des Kilimandscharos machen. Entsprechend ihrer Verteilung ist die Hauptmasse der Wanzenschäden in den jeweils bevorzugten Biotopen zu finden.

Gegenüber Wind zeigen die *Antestia*-Wanzen eine ziemliche Empfindlichkeit, daher weisen windgeschützte Lagen und Talsenken stets ein stärkeres Vorkommen auf.

In allen Pflanzungsteilen finden sich immer wieder Kaffeebäume, die eine besondere Anziehung auf die Wanzen auszuüben scheinen, so daß sie ständig mit einer größeren Anzahl der Schädlinge besetzt sind als ihre Umgebung. Worauf die Bevorzugung dieser sogenannten „Wanzenbäume" basiert, ist bisher nicht festgestellt worden, scheint aber an den besonderen physiologisch-chemischen Eigenschaften der betreffenden Pflanze zu liegen.

2. Nahrungsbedarf

Auf Grund des regen Stoffwechsels, bedingt durch die gewöhnlich hohen Mitteltemperaturen, ist der Nahrungsbedarf der Wanzen sehr hoch. Da sie nur Nahrung in gelöster Form aufnehmen, verhält sich der Flüssigkeitskonsum proportional zum Nahrungsbedarf.

In der Hauptsache werden die unreifen Kirschen befallen, aus denen die Wanze unter anderem auch die benötigten Eiweißstoffe bezieht. Daß in erster Linie die großen grünen Kirschen als Eiweißquelle für die Wanzenentwicklung geeignet sind und daher eine sichtliche Bevorzugung erfahren sollen, hat KIRKPATRICK in Amani nachgewiesen. Eine einseitige Ernährung mit Kohlenhydraten, wie etwa mit den zuckerhaltigen reifen Kirschen, wirkte sich in den Zuchten von KIRKPATRICK entwicklungshemmend aus. Auf die angeblich gleiche schlechte Wirkung der jungen grünen Kirschen bis zum Alter von 3 Monaten (bis zur Größe von 12 mm) wurde bereits hingewiesen. Die Beeinflussung der Entwicklung durch die Nahrung soll sich auch weiterhin auf die Fruchtbarkeit der Weibchen erstrecken, indem eine eiweißreiche Ernährung mit einer größeren Eiproduktion beantwortet wird. Demgegenüber steht die Beobachtung von HARGREAVES, daß sich besonders die jungen saftigen Kirschen begünstigend auf die Legetätigkeit der Weibchen auswirken sollen. KIRKPATRICK kommt schließlich auf Grund der Verschiedenheit seiner Ergebnisse mit denen der Autoren aus Kenya und Uganda zu dem Schluß, daß die relative Luftfeuchtigkeit, welche in Amani größer sein soll als an den Beobachtungsplätzen der anderen (Messungen fehlen), für die Nahrungswahl bestimmend ist. In Gegenden mit geringer relativer Luftfeuchtigkeit würden die Wanzen „junge saftige Kirschen" vorziehen, während sie an Orten mit hoher Feuchtigkeit sich im größeren Maße den „alten festen Kirschen" zuwenden. Bei allen Autoren fehlen jedoch Feuchtigkeits- und Temperaturangaben.

Im Beobachtungsgebiet gestaltet sich die Neigung der Kaffeewanzen zu den einzelnen Entwicklungsstadien der Kaffeefrucht in folgender Weise: Allen voran erfahren die unreifen Kirschen einen bevorzugten Befall. Die ganz jungen Früchte bis zu einem Alter von 4 Wochen werden hierbei jedoch nicht berücksichtigt. Alle späteren Stadien erfahren eine gleichmäßige Behandlung. Neben dem Bestreben, Eiweißstoffe aus den grünen Kirschen zu erlangen, geht ein ständiges Bedürfnis nach zuckerhaltigen Säften. Demgemäß werden in zweiter Linie die süßen Fruchtschalen der reifen roten Kirschen besaugt, wo ein Durchbohren der

Pergamentschale nicht mehr möglich ist. Aus dem gleichen Grunde gehen die Wanzen an die Blütenknospen, sofern diese schon weiße Petalen zeigen.

Daß die Wanzen in jedem Falle einen Ausgleich von Eiweiß- und Kohlenhydratnahrung anstreben, beweist nachstehende Beobachtung: In den Zuchten stürzten sich die Tiere aller Stadien sofort auf die dargereichten reifen Kirschen oder Blütenknospen, wenn sie vorher längere Zeit nur mit unreifen Früchten gefüttert wurden. Desgleichen bestätigt der Erfolg einer zur richtigen Zeit durchgeführten Spritzung mit Arsenzuckerlösung das Vorhandensein eines großen Zuckerbedürfnisses.

Ähnliche Feststellungen über den Eiweiß- und Zuckerbedarf machte FLANDERS (1935) an Schlupfwespenweibchen, wobei Eiweißbedarf und Eiproduktion in unmittelbarem Verhältnis standen. Eine zeitliche Trennung von Eiweiß- und Zuckerverlangen konnte bei der *Antestia* nicht wahrgenommen werden.

3. Wanzenschäden

Die durch die Saugtätigkeit verursachten Beschädigungen haben die verschiedenartigsten Wirkungen auf die befallenen Teile der Wirtspflanze.

a) Blüten

Die noch kleinen grünen Blütenknospen, welche mit einer dicken Gummiharzschicht überzogen zwischen den Blattstielen liegen, werden von den Wanzen noch verschont. An den Knospen, die sich 2—3 Wochen vor dem Erblühen weißlich verfärben, sind die Einstiche als kleine dunkelbraune Punkte äußerlich an den Petalen sichtbar. Durch nur wenige Stiche wird den Knospen bereits so viel Saft entzogen, daß sie sich nicht mehr zur Blüte öffnen können. Sie beginnen zu welken, schrumpfen etwas zusammen und nehmen eine bräunlichhellgraue Tönung an. Dieses einheitliche Verfärben der Knospe ist ein charakteristisches Zeichen für die *Antestia*-Beschädigung und unterscheidet sich deutlich von der Schadwirkung anderer Blütenzerstörer, wie Gallmücken und Blasenfüße, wo äußerlich große braune Flecken sichtbar werden. Die an den Blütenknospen hervorgerufenen Schäden waren im Beobachtungsgebiet praktisch belanglos.

b) Kirschen

An den allerjüngsten Kirschen kurz nach Abwerfen der Petalen waren keinerlei Schadeinwirkungen der Wanzen festzustellen. Es hat den Anschein, daß der ihnen nicht zusagende Chemismus die Wanzen abhält. Empfindliche Verluste beginnen aufzutreten, wenn die Kirschen eine Größe von 3—4 mm erreicht haben. Von diesem Stadium bis zu einer Länge von etwa 11 mm, die im Mittel zweieinhalb Monate nach der Blüte erreicht wird, wirkt sich die Wanzentätigkeit besonders verheerend aus. Bei den kleinen Früchten bis zu 6 mm genügt in der Regel

ein Einstich, um den zarten Samenanlagen so viel Saft zu entziehen, daß ihre weitere Entwicklung unmöglich ist und sie vertrocknen müssen. Die mechanische Schadwirkung wird unterstützt durch das Einimpfen eines *Nematospora*-Pilzes (*N. coryli* Pegl. und *N. gossypii* Ashby, Nowell), der innerhalb 24 Stunden das Gewebe der jungen Bohnen durchwuchert und eine Schwarzfäule verursacht. Alle Kirschen bis zu einer Größe von 8 mm ($1^1/_2$—2 Monate alt) schrumpfen danach schnell ein, vertrocknen und bleiben noch eine längere Zeit als schwarze Mumien an den Stielen sitzen.

An dieser Stelle muß eingefügt werden, daß ein gleichartiges Vertrocknen der jungen und auch jüngsten Kirschen ebenfalls ohne Wanzeneinwirkung stattfinden kann. Dieser Vorgang wird sichtbar, wenn die Bäume einen reichen Fruchtansatz haben und durch große Trockenheit einen plötzlichen Wassermangel erleiden. Der Baum stößt dann infolge der ungünstigen Wasserverhältnisse selbst einen Teil der angesetzten Kirschen ab. Sind die Kirschen bereits in einem fortgeschrittenen Stadium (etwa 12 mm groß), so beantwortet die Kaffeepflanze eine derartige Trockenperiode damit, daß die Früchte zwar äußerlich normal aussehen und weiterwachsen, während aber die Bohnen in den Pergamentschalen entweder gar nicht oder nur unvollkommen ausgebildet werden, was bei der Ernte taube Früchte, sowie mehr oder minder verkrüppelte Bohnen mit geringem Handelswert (Triage) ergibt. Da bereits Trockenheit allein einen ungünstigen Einfluß auf die sich entwickelnden Kaffeefrüchte haben kann, unterstützt sie natürlich in weitem Maße die schädigende Wirkung der Wanzen.

An den größeren und teilweise schon erwachsenen Kirschen (15—16 mm), 3—4 Monate nach der Blüte, die wohl noch ein weiches, saftiges Endosperm besitzen, verübt ein einziger Wanzenstich keinen unmittelbaren mechanischen Schaden. Es gehören eine größere Zahl von Individuen dazu, ihnen so viel Flüssigkeit zu entziehen, daß sie in kurzer Zeit abfallen. Der übertragene Pilz wirkt jedoch in diesem Stadium noch in voller Stärke. Innerhalb eines Tages sind die Bohnen schwarz und faul. Sofern die Pergamentschale schon genügend gefestigt ist, schrumpft die Kirsche nicht mehr ein, sondern löst sich im grünen Zustand vom Stiel und fällt ab. Mit zunehmendem Alter gehören immer mehr Einstiche dazu, um die Kirschen zum Abfallen zu bewegen. Die Kirschen beantworten fortan die innere Beschädigung damit, daß sie in Notreife übergehen. Daher wiederholt sich alljährlich die Erscheinung, daß zu Erntebeginn stets ein hoher Prozentsatz tauber Kirschen eingebracht wird.

Bis zum Zeitpunkt des Rotwerdens der Früchte, was 12—8 Tage vor der Reife eintritt, ist die Wanze befähigt, mit ihrem Stechrüssel die Pergamentschale zu durchbohren, an den Bohnen zu saugen und die *Nematospora* zu übertragen. Mit zunehmender Festigkeit des Endosperms, das zuerst saftig weich, dann speckig wird und schließlich eine ziemlich feste und harte Konsistenz annimmt, wird die zerstörende Wir-

kung des eingeimpften Pilzes ständig geringer. Es gelingt ihm immer weniger, die ganze Samenanlage zu durchwuchern. Wenn er nach etwa 24 Stunden sein Wachstum einstellt, ist es ihm schließlich nur noch möglich, einen kleinen Teil der Bohnenoberfläche zu überziehen und in geringe Tiefe einzudringen. An den älteren Bohnen läßt sich das Wachstum des Pilzes genau verfolgen, der sich vom Einstich radiär nach allen Seiten verbreitet und die befallene Flächen schwarz verfärbt. Die infizierte Stelle trocknet ein und markiert sich je nach dem Alter der Bohne als mehr oder minder große braune bis schwarze Narbe. Je früher die Übertragung stattfindet, desto größer ist im Endergebnis die Verkrüppelung der Bohne. Bei den Untersuchungen im Kilimandscharogebiet zeigte es sich, daß im Gegensatz zu KIRKPATRICKS Angaben nur die jungen unreifen Kirschen durch die Pilzinfektion gänzlich zerstört werden, während die älteren mit festem Endosperm (etwa 5 Monate alt) nur eine Verkrüppelung erfahren.

Da die Wanzen die Pergamentschale der rot werdenden Kirschen nicht mehr zu durchdringen vermögen, werden hieran praktisch keinerlei Schäden verursacht.

c) Zweige

Die Beschädigungen durch die Wanzen erstrecken sich in der Hauptsache auf die generativen Organe der Kaffeepflanze, während die vegetativen Teile praktisch keine bedeutsamen Verletzungen erfahren.

Wohl liegen Angaben verschiedener Autoren vor, daß die *Antestia*-Wanzen vegetative Organe wie Zweigspitzen beschädigen, wodurch die Bildung von „Hexenbesen" eintritt. Durch den Stich in den Vegetationspunkt soll eine vermehrte Entwicklung von Adventivsprosse stattfinden. Diese Angaben machen ANDERSON, WILKINSON, SMEE und LE PELIEY. SMEE hat diese Hexenbesen experimentell erzeugt, indem die in einem Käfig gehaltenen Wanzen nur in der Nähe des Vegetationspunktes saugen konnten. KIRKPATRICK kam beim gleichen Versuch auf ein negatives Ergebnis. Trotz größter Wanzenkalamität wurden keinerlei Bildungen von Hexenbesen oder auch nur eine Verkürzung der Zweiginternodien vom Verfasser im gesamten Gebiet des Kilimandscharo und auch Oldeani wahrgenommen. Sogar auf den extrem niedrigliegenden Pflanzungen unter 1000 m, wo infolge der frühen Ernten im September und Oktober eine Periode eintreten kann, in der weder Kirschen noch größere Blütenknospen an den Sträuchern vorhanden sind, traten keine derartige Zweigverkrüppelungen auf. Dagegen sind nach Angaben von Pflanzern während einiger Jahre in den fraglichen Monaten Bildungen von Hexenbesen in den regenärmeren Bezirken des westlichen Kilimandscharogebietes beobachtet worden.

Direkte Blattschädigungen durch *Antestia* wurden nie gesichtet.

G. Feinde der *Antestia*

Bei den Beobachtungen wurden eine Anzahl Tiere festgestellt, welche die *Antestia* teils als Räuber, teils als Parasiten nachstellten.

So wurden einige Arten von Mantiden beobachtet, welche hauptsächlich die älteren Larven und Imagines fingen und verzehrten. Ferner traten verschiedene Arten von Raubwanzen auf, die alle Entwicklungsstadien der Kaffeewanzen fingen und aussaugten. Das Vorkommen dieser Räuber war allerdings sehr gering in den Kaffeebeständen, so daß sie keine Rolle bei der Niederhaltung des Schädlings spielten, obwohl der Nahrungsbedarf der Räuber sehr hoch ist.

Im Anschluß hieran sei eine Beobachtung mitgeteilt, die häufig in den *Antestia*-Zuchten auftrat. Larven der letzten Stadien und Imagines saßen des öfteren auf den arteigenen Gelegen und saugten die Eier aus trotz Anwesenheit von reichlichem grünen Kirschenmaterial.

Chamadeons, denen Kaffeewanzen als Futter vorgesetzt wurden, nahmen sie in keinem Falle an.

Als Parasiten der Kaffeewanzen traten in erster Linie die Strepsipterenspezies *Corioxenos antestiae* Blair auf. Die Lebensgeschichte dieses Parasiten wurde in ausführlicher Form von Kirkpatrick beschrieben. Dieser Parasit ist von großem Einfluß auf den Massenwechsel der Wanzen. Seine Abhängigkeit vom Klimazyklus ist aber nur insoweit geklärt, als die Entwicklungsdauer bis zur Imago in der Regenzeit (19,5 ° C) eine Steigerung um 60 % gegenüber den heißen Monaten mit 23,5 ° C Mitteltemperatur erfährt. Der Einfluß der Feuchtigkeit ist ebenfalls noch nicht restlos bekannt. Die Larvenstadien mit Ausnahme des ersten, sowie die Weibchen sind von der atmosphärischen Feuchtigkeit unabhängig, da sie sich im Wirtskörper befinden. Den fliegenden Männchen können Regenfälle oft verderblich werden. Eine große Feuchtigkeitsresistenz zeigen die Triangulidenlarven (1. Stadium), wodurch die Verbreitung der Art auch während der Regenzeit gesichert ist und im Zusammenhang mit der geringen Vermehrungsgröße der Wirtstiere hohe Parasitierungszahlen entstehen. Da durch Einwirken der Parasiten die *Antestia*-Weibchen steril werden, kann die Kaffeewanze zu dieser Zeit eine seltene Erscheinung in den Kulturen werden. Unter Einfluß der kühlen Witterung und der Parasiten hält dieser Zustand für gewöhnlich noch 4—5 Monate an. Im Laufe des Oktober werden dann allerdings die Parasiten mit der steigenden Vermehrungsgröße der Wanzen nicht mehr fertig und es folgen innerhalb von 2—3 Monaten die beschriebenen Kalamitäten, denen eine Bekämpfung von Menschenhand entgegentreten muß. Das meist angewendete Arsenzuckerköderverfahren kommt hierbei auch der Parasitenvermehrung zugute, da die *Corioxenos*-Weibchen in den abgetöteten Wanzen noch für eine Woche entwicklungsfähigen Eier entlassen, wie Kirkpatrick nachweisen konnte.

Eine Beobachtung, welche die Annäherung der Geschlechter dieses Parasiten betrifft, soll als Ergänzung der bisher vorliegenden Ergebnisse

Erwähnung finden. KIRKPATRICK gibt an, daß das *Corioxenos*-Männchen sich allein durch die sichtbaren Zeichenelemente des Wanzenkörpers beim Aufsuchen seines Geschlechtspartners leiten läßt und die „Witterung" des Wirtstieres keinerlei Rolle spielt. An den Gazekäfigen der Freilandzuchten des Verfassers sammelten sich in den Morgenstunden einiger Tage vor der Regenzeit eine größere Anzahl von *Corioxenos*-Männchen an, die zu den eingesperrten Kaffeewanzen zu gelangen trachteten. Hierbei zeigte es sich, daß die anfliegenden Männchen sich nicht auf die Glasscheibe der Oberseite, durch die hindurch die Wanzen allein zu sehen waren, niederließen und einzudringen versuchten, sondern nur auf den Gazeflächen landeten, mit besonderer Vorliebe an dem Gazeschlauch, der den Kasten am Zweig festhielt, um hier einen Eingang in das Innere des Kastens zu finden. Die kurzlebigen Tiere entfernten sich nur selten wieder von diesen Stellen, flatterten lebhaft an der Gaze herum, bis sie ermattet liegenblieben und verendeten. Das gleichartige Verhalten aller *Corioxenos*-Männchen beweist, daß Geruchsreize, welche wahrscheinlich vom Wirtstier ausgehen, eine Rolle bei der Suche der Weibchen spielen müssen.

H. Bekämpfung der *Antestia*

Für die Vernichtung der Kaffeewanzen hat sich in Ostafrika das Sprühverfahren mit einer Arsenzuckerlösung wegen seiner guten Erfolge eingebürgert. Die giftige Köderflüssigkeit, die mittels Zerstäuberspritzen in feine Tröpfchen auf die Kaffeepflanzen verteilt wird, nehmen die Wanzen mit der gleichen Begierde auf wie den Saft reifer Kirschen oder Zuckerwasser. Die Wirkung des Fraßgiftes macht sich um so schneller bemerkbar, je größer die aufgenommene Menge war. So kann bereits schon nach 10 Minuten der Tod eintreten, auf der anderen Seite wurden Extreme von $1^1/_2$ Tagen beobachtet (Tabelle 6).

Tabelle 6

Wirkung der Arsenzuckerlösung auf *A. lineaticollis*
(Auf 1 l Wasser 125 g Zucker und 3,3 g Arsensoda)

Nr.	Sex	Saugtätigkeit in Minuten	Verlust der Körperbeherrschung nach	Eintritt des Todes nach weiteren	Insgesamt
1	♀	1	18 Std.	4 Std.	22 Std.
2	♀	1,5	25 Std. 15 Min.	5 Std.	30 Std. 15 Min.
3	♀	2,5	21 Std.	4 Std.	25 Std.
4	♀	3	34 Min.	30 Min.	1 Std. 4 Min.
5	♀	4	22 Std.	4 Std. 30 Min.	26 Std. 30 Min.
6	♀	4	4 Std. 30 Min.	2 Std.	6 Std. 30 Min.
7	♀	6	10 Min.	1 Std. 45 Min.	1 Std. 55 Min.
8	♀	7	7 Min.	45 Min.	52 Min.
9	♀	8	8 Min.	18 Min.	26 Min.
10	♀	9	5,5 Min.	13 Min.	18,5 Min.
11	♀	10	5 Min.	10 Min.	15 Min.
12	♀	11	4 Min.	6 Min.	10 Min.

Hungerige Tiere (Nr. 9—12) werden also mehr Zuckerlösung aufnehmen und schneller zugrunde gehen. Aus der Aufstellung ist ersichtlich, daß bereits geringe Mengen (Nr. 1—3) eine verderbliche Wirkung auf die Wanzen ausüben, deren Erfolg aber erst nach geraumer Zeit sichtbar wird. Demgemäß soll eine Erfolgskontrolle erst am zweiten Tag nach dem Spritzen angesetzt werden. Um den größtmöglichen Bekämpfungserfolg zu erzielen, ist es nötig, den Köder zu einer Zeit zu spritzen, wo den Wanzen keine natürlichen Zuckersäfte an den Kaffeesträuchern zur Verfügung stehen. Der günstigste Zeitpunkt liegt also nach der Ernte, wenn keine reifen Kirschen mehr auf den Sträuchern hängen. Ferner ist die Zeit noch so zu wählen, daß keine weitgeschobenen, weißlichen Blütenknospen vorhanden sind, d. h. es sind die Tage kurz nach einer Blütenfolge und lange Zeit vor der nächsten zu wählen.

Freilandversuche haben gezeigt, daß es 24 Stunden nach dem Spritzen des Giftköders nicht regnen darf, um ein hochprozentiges Ergebnis zu sichern. Im anderen Falle wird die Lösung schnell abgewaschen und die Wanzenplage erleidet keine Einbuße.

Um auch die Tiere zu vernichten, welche während des ersten Spritzens noch Eier waren, ist eine Wiederholung des Verfahrens nach 14 Tagen erforderlich. Alle Angaben, die ein zweites Durchspritzen nach 8—10 Tagen empfehlen, müssen als zu kurz erachtet werden. Da nach einer mittleren Eidauer von 6—8 Tagen die Junglarven erst nach weiteren 3—5 Tagen zur Nahrungsaufnahme schreiten, ergibt sich als Extrem eine Zeitspanne von 13 Tagen, die abgewartet werden muß, soll das zweite Spritzen den gewünschten Erfolg haben.

Auf Grund der neu erstandenen *Pyrethrum*-Kulturen ging man in den Kaffeegebieten von Kenya und Uganda dazu über, die Wanzen durch ein *Pyrethrum*-Stäubeverfahren zu bekämpfen. In neuester Zeit finden hier auch Präparate mit DDT- und 666-Wirkstoffen Verwendung.

Alle Bekämpfungsverfahren bergen eine unerwünschte Nebenwirkung in sich, welche den Kaffeewanzen, sowie allen anderen Schädlingen indirekt wieder zugute kommt. Die Feinde und Parasiten der Schädiger werden ebenfalls alle getötet. Dem *Antestia*-Verfahren diese schlechte Nebenwirkung zu nehmen, ist bisher noch eine ungelöste Aufgabe geblieben.

Bis zu einem gewissen Grade entspricht dem der Arsenzuckerköder, jedenfalls in allen Gebieten, wo *Corioxenos antestiae* als Hauptparasit der Kaffeewanzen eine Rolle spielt. Der Lebenskreis dieses Parasiten wird durch das Sprühverfahren (Fraßgift) nicht berührt, weil die frei lebenden Triangulidenlarven und -männchen keinerlei Nahrung aufnehmen. Dagegen würde ein Kontaktgift diese sehr nützlichen Parasiten ebenfalls vernichten.

I. Zusammenfassung

1. Die Lebensäußerungen der im Untersuchungsgebiet vorkommenden Kaffeewanzen sind gleich. Die *A. faceta* benötigt allgemein eine kürzere Zeit zur Entwicklung der einzelnen Stände als *A. lineaticollis*.

2. Die Eientwicklung dauert in der Trockenheit 5—8 (Mittel 6) Tage und steigt bis zu 12 Tagen gegen Ende der Regenzeit an.

3. Während der ersten 3—4 Tage nehmen die Junglarven keine Nahrung zu sich; vor der ersten Häutung muß eine Nahrungsaufnahme erfolgen. Die Larven des zweiten Stadiums zeigen eine große Mortalität, die durch bestimmtes Futter noch gesteigert werden kann. Das Larvenstadium hat in der Trockenzeit eine durchschnittliche Länge von 55, in der Regenzeit von 65 Tagen. Ohne Nahrung leben Larven und Imagines nur wenige Tage.

4. Die Annäherung der Geschlechter findet hauptsächlich gegen Ende des Tages statt. Der Kopulation geht ein längeres Liebesspiel voraus. Die Weibchen werden alle 2,6 Tage im Durchschnitt begattet, was jedoch für die Fertilität der Eier nicht notwendig ist. Die erste Eiablage erfolgt 9—14 (Mittel 11,4) Tage nach dem Schlüpfen der Imago. Im Durchschnitt werden je Weibchen 12,5 Gelege mit 144 Eiern produziert.

5. Die Generationsdauer von *A. lineaticollis* beträgt zur Trockenzeit im Mittel 66, zur Regenzeit 76 Tage. Mittlere Generationslänge 71 Tage. Unter Berücksichtigung der Legezeit von 40 Tagen entstehen 5,1—3,3 (Mittel 4,2) Generationen im Jahr.

6. Der Massenwechsel während eines Jahres vollzieht sich in regelmäßigen Kurven, wobei Regen und Kälte, sowie im Beobachtungsgebiet der Parasit *Corioxenos antestiae* Blair als Hemmungsfaktor wirken. Einzelheiten des Kurvenverlaufes werden begründet.

7. Die Wanzen streben einen Ausgleich an Eiweiß und Kohlenhydrate bei der Nahrungsaufnahme an.

8. Die Blütenknospen des Kaffees werden durch Saugen beschädigt. Desgleichen dienen die nektarreichen Infloreszenzen der Silbereichen (Grevilleen) als Nahrungsquelle. Alle Stadien der Kirschen werden befallen, dabei wird etwa 8 Tage vor der Reife (Rotwerden) ein *Nematospora*-Pilz übertragen, der die Bohnen je nach Alter mehr oder minder zerstört. Bildung von „Hexenbesen" infolge Wanzenbefalls konnte nicht beobachtet werden.

9. Den Kaffeewanzen wird von Räubern und Parasiten nachgestellt, wobei *Corioxenos antestiae* allein praktische Bedeutung erlangt. Die Männchen dieses Parasiten werden bei der Suche der Weibchen durch Geruchsreize gelenkt.

10. Bei der chemischen Bekämpfung der Wanzen haben Kontaktgifte große Nachteile gegenüber Fraßgiften wie Arsenzuckerköder, da

sie die wertvollen Parasiten ausschalten. Die Bekämpfung muß mindestens einmal nach 14 Tagen wiederholt werden, um die inzwischen geschlüpften Larven zu erfassen. Die bisher übliche Wartezeit von 8—10 Tagen ist aus biologischen Gründen zu kurz.

Schrifttum

Anderson, T. J., „The Coffee Bug". Bul. Div. Ent., Brit. E. Afr. **1**, 1919.
Bremer, H., Z. angew. Ent. **14**, 254, 1929.
Flanders, S. E., Ann. Ent. Soc. Amer. **28**, Nr. 4, 438, 1935.
Gowdey, C. C., Rep. Dept. Agr. Uganda 1917—18, 1918.
Hargreaves, H., „Variegated Coffee Bug". Circ. Dept. Agr. Uganda **22**, 1930.
— —, „Variegated Coffee Bug in Uganda". E. Afr. Agr. J. **1**, 1936.
Kirkpatrick, T. W., „The Autecology of *Antestia* spp. with particular account of a Strepsipterous Parasite". Trans. Ent. Soc. London **86**, part. 14, 1937. (Mit ausführlichem Literaturverzeichnis.)
Le Pelley, R. H., „On the Control of *Antestia lineaticollis* on Coffee in Kenya Colony". Bull. Ent. Res. **23**, 217—228, 1932.
Smee, C., Rep. Dept. Agr. Nyasaland 1930, 1931.
Wilkinson, G. B., „The Coffee Bug". Circ. Dept. Agr. Uganda **13**, 1924.
Zwölfer, W., Z. angew. Ent. **19**, 1, 1932.

Tagung der „Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie"

Die Deutsche Gesellschaft für angewandte Entomologie hielt in den Tagen des 3. und 4. Oktober in München ihre erste Nachkriegstagung ab, die angesichts der heutigen Schwierigkeiten überraschend gut besucht war. Der Begründer der Gesellschaft und Altmeister unserer Wissenschaft, Prof. Dr. Karl Escherich, eröffnete in alter Rüstigkeit, von lautem Beifall begrüßt, die Tagung mit einer Ansprache, in der er auf die gerade in der heutigen Notzeit besonders große volkswirtschaftliche Bedeutung der angewandten Insektenkunde hinwies, um die in immer unheimlicherer Weise gegen die menschliche Kultur anrückenden Heere schädlicher Insekten, sowohl einheimischer wie eingeschleppter, abzuschlagen. Er nannte dabei vor allem die Borkenkäfer, den Kartoffelkäfer und die San José-Schildlaus. Er stellte ferner wegen der Internationalität des Schadinsektenvorkommens die Forderung nach einer immer engeren Zusammenarbeit der Entomologen der ganzen Welt auf, und verlangte endlich, daß auf jeder Landwirtschaftlichen Hochschule Deutschlands eine eigene Professur für angewandte Entomologie neben der Professur für angewandte Botanik errichtet werde, nach dem sich so glänzend bewährten Vorbild der Forstlichen Hochschulen.

In zusammenfassenden Vorträgen berichteten dann Prof. Dr. Kemper, Berlin, über „Nachkriegsaufgaben der hygienischen Zoologie" (Läuse, Wanzen Flöhe, Ratten usw.), die es zu meistern galt und deren Bewältigung im großen und ganzen auch als gelungen bezeichnet werden darf. Prof. Dr. Zwölfer, München, sprach über „Forstentomologische Nachkriegsprobleme in Süddeutschland", wobei begreiflicherweise im Vordergrund der Betrachtungen der Borkenkäfergefahr, die, wenn auch in den staatlichen Fichtenbeständen überwunden, doch in den Privatwaldungen noch immer eine große Gefahr bedeutet und vor allen Dingen neuerdings auch bei Tanne und Lärche Schäden verursacht. Dr. Becker, Berlin, sprach über „Angewandte Entomologie und Holzschutz", wobei besonders die Schäden durch den Hausbock ins Gewicht fallen und der größten Aufmerksamkeit würdig sind. Vorträge über bestimmte Schädlinge hielten Prof. Dr. Blunck, Bonn, über den Blasenfuß „*Thrips tabaci*, als Tabakschädling im Orient", Dr. Dosse, Hohenheim, über starkes Auftreten von *Ceutorrhynchus picifarsis*, den Rapsstengelrüsselkäfer, an Raps und Rübsen in Württemberg, Dr. Groschke, München, über den Heidelbeerspanner, *Boarmia bistortata*, der besonders in oberfränkischen Forsten

große Schäden verursacht. Prof. Dr. Titschak, Giengen (Brenz), sprach über „Bettwanze und Taubenwanze", Dr. Kruel, Eberswalde, über „Das derzeitige Schadauftreten der Nonne im ostdeutschen Kieferngebiet", Dr. Thiem, Heidelberg, über „Erfahrungen bei der Aufzucht von Engerlingen" und Dr. Laibach, Cpladen, über die Biologie des Silberfischchens, *Lepisma saccharina*. Auch Vorträge, die bestimmten Bekämpfungsverfahren gewidmet waren, wurden gehalten: So sprach Dr. Rauscher, Frankfurt a. M., über „Durchgasung von Kleinmühlen". Daß einige Vorträge den neuen Kontaktinsektiziden gewidmet waren, ist bei der Bedeutung dieser neuen Präparate für unsere Wissenschaft verständlich: Dr. Wiesmann, Basel, sprach über den Wirkungsmechanismus von DDT, Frau Dr. Roegner-Aust, München, berichtete über „Versuche zur Wirkung von Kontaktinsektiziden auf Fische", Reg.-Amtmann Krauss, Wolfspoint (Obb.) und Dr. Kaeser, Freiburg i. Br., sprachen über „Bienenzucht und Schädlingsbekämpfung", Frau Dr. Wolfram, Frankfurt a. M., zeigte die Verbindungspunkte auf, welche die Mehlmotte, als Versuchstier der Vererbungsforschung, zwischen Schädlingsbekämpfung und dieser Wissenschaft spinnt, Dr. Kraemer, München, erörterte „Die Definierung der Brutbaumdisposition bei Schädlingsbefall" und Dr. J. Franz, München, ließ mit der Vorführung seiner schönen Farbenaufnahmen von Insekten, die er als Lehr- und Forschungsmittel würdigte, die wohlgelungene und arbeitsreiche Tagung ausklingen.

Dr. H. W. Frickhinger.

H.W. Frickhinger 60 Jahre

Am 18. September 1949 wurde H. W. Frickhinger 60 Jahre alt. 1889 in Nördlingen geboren, einem alten Patriziergeschlecht entstammend, studierte er Naturwissenschaften in München und Freiburg i. Br., wo er auch in Zoologie promovierte. Dann trat er nach kurzem Aufenthalt im Würzburger hygienischen Institut in das Münchener Institut für angewandte Zoologie als Assistent ein, wo er zugleich der erste Mitarbeiter des damals gegründeten „Forschungsinstitutes für angewandte Zoologie" wurde. Die große Begeisterungsfähigkeit und der klare Blick für das Wesentliche trat in allem, was er tat, als der auffälligste Wesenszug schon damals deutlich hervor. Nachdem er bis zum Jahre 1919 im Münchener Institut geblieben war, trat er in die Industrie ein (I. G. Farben), wo er bis zum Jahre 1931 tätig war. Seit dieser Zeit lebte er als freier Schriftsteller in der Nähe von München. Naturschutz, Vogelleben und Vogelschutz, Biologie und Bekämpfung der Schädlinge sind die Hauptgebiete, denen er sich mit Leidenschaft widmete und über die er zahlreiche Artikel in Zeitschriften und auch selbständige Schriften veröffentlicht hat. Sein Name wurde in der naturwissenschaftlich interessierten Allgemeinheit immer bekannter und schließlich zu einem Begriff. Verstand er es doch, alles, was ihm am Herzen lag, in selten ein-

dringlicher Weise an die Allgemeinheit zu bringen, so daß er einen großen Kreis begeisterter Leser um sich sammeln konnte, die sich zu seinen Ideen bekannten und seinen Anleitungen und Aufforderungen folgten. Es geht dies schon daraus hervor, daß die meisten seiner Schriften mehrere Auflagen erlebten.

Aber nicht nur als Schriftsteller, sondern auch als Herausgeber von Zeitschriften hat er großes Geschick bewiesen und ansehnliche Erfolge zu verzeichnen. Es sei nur auf den „Anzeiger für Schädlingskunde" (seit 1948) hingewiesen und vor allem auf die von ihm gegründete „Naturwissenschaftliche Rundschau", die er in kurzer Zeit zu einer der angesehendsten allgemein naturwissenschaftlichen Zeitschriften Deutschlands mit hohem Niveau zu gestalten vermochte und die man heute gar nicht mehr missen könnte. Und endlich gibt er auch noch die Biographienreihe „Große Naturforscher" heraus.

Als menschlicher Grundzug seines Wesens sei neben seiner echten Aufgeschlossenheit für alle Schönheiten der Natur sein unverwüstlicher Humor genannt, der ihn selbst in schwierigen Lebenslagen nicht verläßt und sich auf seine ganze Umgebung überträgt und diese unwillkürlich mitreißt. Möge diese köstlichste Gabe ihn auch weiterhin begleiten und ihn über alle Hemmnisse seines weiteren Lebens wie bisher leicht hinwegbringen. Das sei unser aufrichtigster und herzlichster Wunsch, den wir dem Jubilar an seinem Ehrentage überbringen.

Im folgenden bringen wir eine Übersicht über seine selbständig erschienen Schriften:

„Die Mehlmotte." Schilderung ihrer Lebensweise und ihrer Bekämpfung. München, Verlag Natur und Kultur, Dr. Franz Jos. Völler, 1918. — „Schädlingsbekämpfung für Jedermann." Frasdorf, Erna Horn Verlag, 1933. Ab zweiter Auflage Helingsche Verlagsanstalt in Leipzig. 1944 vierte Auflage. Fünfte Auflage in Vorbereitung. — „Leitfaden der Schädlingsbekämpfung." Stuttgart, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft m. b. H., 1939. Dritte Auflage im Erscheinen. — „Gase in der Schädlingsbekämpfung." Berlin, Verlag Paul Parey, 1933. — „Natur um uns." Krailling, Erich Wewel Verlag, 1939. Zweite Auflage 1943. — „Die wichtigsten tierischen Schädlinge der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Ihre Erkennung und Bekämpfung." Berlin, Paul Parey, 1939. — „Praktischer Vogelschutz." Wien, Wilhelm Frick Verlag, 1942. 1943 zweite Auflage. Dritte Auflage Berlin, Verlag Naturkundliche Korrespondenz, im Erscheinen. — Mitarbeit an H. Kaisers Pharmazeutischen Taschenbuch mit dem Kapitel Pflanzenschutz. Stuttgart, Verlag Süddeutsche Apothekerzeitung, 1941. — „Die Beizung als unerläßliche Maßnahme des landwirtschaftlichen Pflanzenschutzes." München, Bayerischer Landwirtschaftsverlag G. m. b. H., 1948. — „Ungebetene Gäste." Berlin, Verlag Naturkundliche Korrespondenz. Im Erscheinen begriffen.

K. ESCHERICH

Prof. Dr. F. S. Bodenheimer,

Universität Jerusalem, wurde zum Ordentlichen Mitglied der Internationalen Akademie für Naturwissenschaften in Paris gewählt.

Eine Massenüberwinterung des Großen Fichtenborkenkäfers (*Ips typographus* L.) an Kiefern

Daß der Große Fichtenborkenkäfer unter besonderen Umständen gelegentlich auf andere Nadelholzarten übergeht, ist eine bekannte Tatsache, die in allen Lehrbüchern der Forstentomologie erwähnt wird. Im November 1948 konnte ich im Lehrforstamt Bramwald (Ober-Wesergebiet) eine Massenüberwinterung des *Ips typographus* an Kiefern feststellen, deren Verlauf kurz geschildert sei.

In den Jahren 1946—1948 entstand im Bramwald eine größtenteils zusamenhängende Kahlfläche von rund 40 ha durch den Fraß von *Ips typographus* in den geschlossenen Fichtenbeständen des Forstortes Totenberg. In einigen Distrikten sind dort den Fichten stamm- und gruppenweise gleichalte 80- bis 90jährige Kiefern beigemischt. Diese wurden zuerst überhaupt nicht vom Fichtenborkenkäfer befallen. Später einsetzende Käferanflüge wurden von den Kiefern durch starken Harzfluß

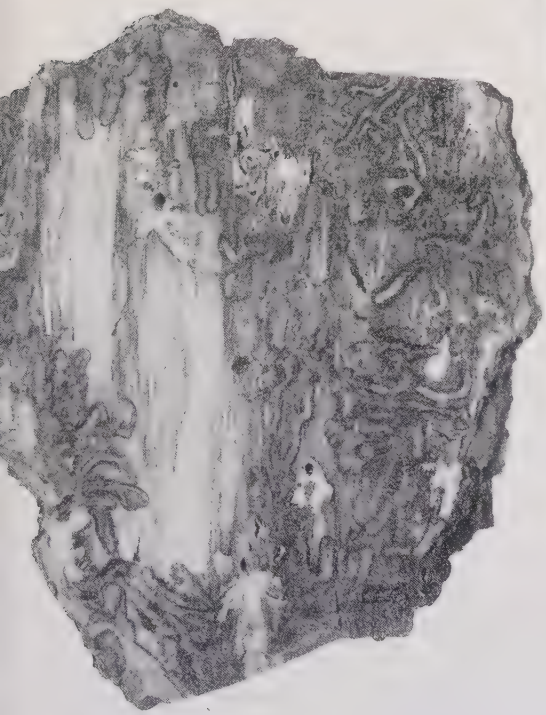

Abb. 1. Überwinterungsgänge des *Ips typographus* an Kiefer. Die Umgebung der wenigen Einbohrlöcher ist stark verharzt. Die Gänge wurden im November in die Stammfüße gesunder grüner Kiefern gebohrt, die saftfrische Bastschicht zwischen Rinde und Splint ist als weiße Fläche erkennbar. (2/3 nat. Gr.)

Abb. 2. Überwinterungsgänge des *Ips typographus* an Kiefer. Die Gänge sind kurz, nachfolgende Käfer fressen vom ersten Gang fingerartig ausstrahlende weitere Gänge. Die Überwinterung in großen Massen erweckt stellenweise den Eindruck eines Plätzefraßes (linke Bildhälfte). (2/3 nat. Gr.)

erfolgreich abgewehrt. Beim Abtrieb der abgestorbenen Fichten ließ man die vereinzelten Kiefern zunächst als Überhälter und Schirm für die neu zu begründeten Kulturen stehen. Man war froh, daß sie nicht auch dem Käfer zum Opfer gefallen waren. Im November 1948 stellte ich vereinzelte Spechtarbeit an den Stammfüßen der Kiefern fest, die anzeigte, daß dort etwas nicht in Ordnung war. Die erste Untersuchung Anfang November ergab, daß sich an den Stammfüßen der bisher gesunden Kiefern Fichtenborkenkäfer in Massen zur Überwinterung eingebohrt hatten. Löste man die mehrere Zentimeter dicke Borke der alten Kiefern von den Stammfüßen, so fielen die Käfer zu Hunderten zu Boden. Das Fraßbild der Überwinterungsgänge unterscheidet sich, wie die Abbildungen zeigen, nicht von den Überwinterungsgängen dieses Käfers an seinem spezifischen Fraßbaum, der Fichte. Lediglich eine naturgemäß stärkere Verharzung in der Umgebung der Einbohrlöcher ist bei den Gängen an der Kiefer bemerkenswert. Dieser bei Kiefer stärkere Harzfluß war aber nicht imstande, die Käfer von ihrem Eindringen abzuhalten. Viele Artgenossen benutzten das gleiche Einbohrloch. Nur wenige fressen einen eigenen Überwinterungsgang, die meisten folgen nur ihrem Vordermann. So sitzen sie in den Gängen dicht hintereinandergereiht, wie die Perlen an einer Schnur. Einige bohren dann fingerartig abzweigende Nebengänge von den ersten Gängen aus (siehe Abbildungen), in die ihnen auch gleich wieder andere Artgenossen folgen. Die Käfer fanden sich in solchen Massen ein, daß stellenweise der Eindruck eines Plätzefraßes entstand (Abb. 2). Mitte November vorgenommene Probefällungen mit anschließendem Entrinden derartig befallener, äußerlich frischer grüner Kiefern ergab, daß die Käfer sich nur am Stammfuß bis 1,5 m über dem Erdboden, aber auch unter der Rinde der Wurzeln bis 20 cm unter der Erdoberfläche zur Überwinterung eingebohrt hatten. Die dicke Borke der alten Kiefern bot ihnen guten Schutz.

Die Ursache dieser Massenüberwinterung des Fichtenborkenkäfers an Kiefern dürfte vielleicht darin zu suchen sein, daß die Käfer nach Abtrieb und anschließender Stockrodung sämtlicher Fichten keine zusagenden Überwinterungsquartiere mehr vorfanden und sich nun in die Kiefern, welche sie als einzige Bäume auf der Kahlfläche vorfanden, einbohrten.

Ulrich Schindler

Referate

Kullenberg, Bertil, Studien über die Biologie der Capsiden. Zoologiska Bidrag Fran Uppsala **23,** 522 Seiten, 1944, 129 Abb. im Text und 25 zum Teil kolorierten Tafeln (Inauguraldissertation).

Die Capsiden sind eine Gruppe ziemlich kleiner (1—11 mm Länge) Landwanzen von gewöhnlich langgestreckter ovaler Körperform und von verschiedener oft recht bunter Färbung. Über diese Wanzengruppe legt Kullenberg in der vorliegenden umfangreichen Schrift eine Monographie vor. Von den 180 schwedischen Arten wurden annähernd 100 eingehend beobachtet und studiert. Von jeder Art werden folgende Punkte ausführlich besprochen: Variabilität, Biotop, Ernährung, Benehmen, Lebenszyklus und Eiablage, wobei alle ökologischen Faktoren berücksichtigt werden. Die in dieser Weise durchgeführte Behandlung von 93 Arten nimmt die größere Hälfte (S. 10—314) ein. Darauf folgt im Kapitel II ein längerer zusammenfassender Abschnitt über Nahrung und Nahrungserwerb, wobei auch die Anatomie der Mundwerkzeuge berücksichtigt wird. Wir sehen daraus, daß es unter den Capsiden phytophage- und zoophage und auch Gemischtköstler gibt. Ein III. Kapitel beschäftigt sich mit der Körperhaltung und Bewegung (bei der Reinigung, in der Ruhe, beim Saugen usw.). Ein IV. Kapitel bringt eine Übersicht über die Biologie der Entwicklung: Verteilung der Geschlechter, Reifeentwicklung, Vorbereitung zur Kopula, Vorspiel oder Werbung, Auftreten des Paarungstriebes, die Kopulation, das Verhalten der Tiere unmittelbar vor und nach der Kopulation, das Ei und die Eiablage, der Micropylenapparat, die Eitypen, die Eiablage, der Mechanismus des Eiablageprozesses usw., ferner der innere weibliche Genitalapparat, das Zusammentreffen der Spermien mit dem Ei, die Lebensverhältnisse der Larven, die Entwicklung zur Imago, die Häutung und ihr Mechanismus, die Ernährung der Larven, die Farben der Larven vom biologischen Gesichtspunkt aus. Das letzte Kapitel handelt über einige spezielle Beziehungen der Capsiden zu ihrer Umwelt: die Feinde [die Hauptfeinde sind neben Spinnen räuberische Wanzen], Schutzmittel, Lebensweise der myrmecoiden Capsiden, die Capsiden und die Klimafaktoren (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Niederschlag, Wind). Die Beobachtungen wurden hauptsächlich im Freien gemacht, zur Ergänzung und Kontrolle vor allem bzw. der Nahrungswahl und den Eiablagegewohnheiten wurden dann noch Beobachtungen an Tieren in der Gefangenschaft angestellt. Der Text ist von zahlreichen flott gezeichneten Habitus-Bildern begleitet, außerdem sind ihm 25, teils farbige Tafeln beigegeben, deren Bilder die Schilderungen ausgezeichnet unterstützen. Ein zehn Seiten langes Literaturverzeichnis beschließt das Werk.

Aus dieser Übersicht geht hervor, daß wohl fast alle Fragen berücksichtigt sind, die bei einer monographischen Bearbeitung einer Tiergruppe auftauchen können. Man kann daher geradezu von einer vorbildlichen Monographie sprechen. Aus ihr kann man die große Begeisterung herausfühlen, die den Verfasser bei der jahrelangen Bearbeitung erfüllt und begleitet hat. Wenn man bedenkt, daß dieses inhaltsreiche Werk als Inauguraldissertation zur Erlangung der Doktorwürde in der philosophischen Fakultät zu Uppsala gedient hat, so können wir der Fakultät sowohl als auch dem Verfasser nur unsere hochachtungsvollen Glückwünsche aussprechen.

Für jeden, der mit Landwanzen wissenschaftlich zu tun hat, ist das Kullenbergsche Werk unentbehrlich. Es sollte auch in keiner entomologischen Bibliothek fehlen. K. E.

Weyer, Fritz, Grundriß der medizinischen Entomologie. Mit Einschluß der übrigen medizinisch wichtigen Gliederfüßler. 2. durchgesehene und ergänzte Aufl. Mit 63 Abb. im Text. Arbeitsgemeinschaft medizinischer Verlage GmbH. Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1949. Preis 10,— DM.

Daß ein Bedürfnis nach einer kurzen übersichtlichen Darstellung der medizinischen Entomologie besteht, wird schon dadurch gezeigt, daß nach verhältnismäßig kurzer Zeit eine Neuauflage notwendig geworden ist. Nicht nur für Ärzte, sondern auch für Entomologen, Biologen der verschiedensten Richtung bietet der Weyersche Grundriß eine gute Einführung in den großen und zum Teil hochinteressanten Stoff und eine erste Orientierung über bestimmte auftauchende Fragen. Das 1. Kapitel, das eine Übersicht über Bau, Entwicklung und Lebensweise der Insekten bringt, berührt alle wesentlichen wissenswerten

Punkte in denkbar geraffter klarer Sprache. Die übrigen Kapitel (Gliederfüßler als Krankheitserreger und -überträger. Die human- und veterinärmedizinisch wichtigen Gliederfüßler, Der Kampf gegen die Gliederfüßler und ihre gesundheitlichen Schäden, Entomologische Technik) schließen sich gleichwertig an. Wir können den Grundriß Weyers aufs beste empfehlen. Er wird vielen die Augen öffnen über die hohe und bisher noch lange nicht gebührend erkannte Bedeutung der Insekten in unserem täglichen Leben.

K. E.

Reichenow, Eduard, Grundriß der Protozoologie für Ärzte und Tierärzte. 2. durchgesehene und ergänzte Aufl. Mit 77 Abb. im Text. Arbeitsgemeinschaft medizinischer Verlage GmbH. Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1946. Preis brosch. 8,40 DM.

Der Reichenowsche Grundriß ist eine ausgezeichnete Ergänzung zu dem eben besprochenen Grundriß der medizinischen Entomologie. Er gibt einen ebenso klaren und vollständigen Überblick über die eigentlichen Erreger der Krankheiten, wie dort die Überträger der Erreger geschildert werden. Im Allgemeinen Teil wird der Bau und die Leistung der Protozoen (Bewegung, Stoffwechsel, Reizerscheinungen) behandelt, dann die Fortpflanzung und Entwicklung, der Parasitismus und das System, die Protozoen des Menschen und die Untersuchungstechnik. Sodann folgt im zweiten Teil eine Beschreibung der wichtigsten Vertreter der einzelnen Klassen und ihre Rolle in der Medizin und Tiermedizin. Denn in erster Linie werden die Krankheitserreger und die harmlosen Protozoen des Menschen und seiner Haus- und Nutztiere behandelt, um diese erkennen und unterscheiden zu können. Bei den Krankheitserregern findet sich auch eine Erörterung der Wirkungsweise und damit ein Eingehen auf die Pathogenese, während von einer klinischen Darstellung der Protozoenkrankheiten abgesehen wird.

Die Bebilderung ist reichhaltig und gut gewählt, so daß auch der der Protozoenkunde Fernstehende sich einen guten Begriff von der so überaus mannigfaltigen und formenreichen Welt der „Urtiere" machen kann. So kann der Grundriß Reichenows nicht nur den Ärzten und Tierärzten, sondern auch den allgemein naturwissenschaftlich interessierten Kreisen wärmstens empfohlen werden.

K. E.

Merkblätter des Bernard Nocht-Institutes für Schiffs- und Tropenkrankheiten Hamburg

Medizinisch wichtige Insekten.

Merkblatt 1: Läuse von Prof. Dr. E. Martini. 9.—11. Auflage. Mit 8 Abb. 1949. Preis brosch. —,75 DM.

„ 3: Flöhe von F. Weyer. 5. und 6. Auflage. 1946. Preis —,25 DM.

„ 4: Die Stubenfliege von F. Zumpt. 5. und 6. umgearbeitete und erweiterte Auflage. 1945. Preis —,40 DM.

Medizinisch wichtige Spinnentiere.

Merkblatt 3: *Rhipicephalus sanguineus* Latreille und andere krankheitsübertragende *Rhipicephalus*-Arten. Von F. Zumpt. Mit 11 Abb. Preis —,40 DM.

Arbeitsgemeinschaft medizinischer Verlage GmbH. Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1945—1949.

Die Merkblätter dienen zur schnellen Orientierung für den Arzt und Hygieniker. Sie enthalten jeweils eine kurze Beschreibung des betreffenden Tieres, ferner die wichtigsten Daten seiner Biologie, Entwicklungsgeschichte und geographischen Verbreitung. Dann wird die Rolle, die es als Verbreiter bzw. Überträger von Krankheiten spielt und endlich die erprobten Vorbeugungs- und Bekämpfungsmethoden angeben. So enthalten die Merkblätter das Wichtigste, was zur schnellen und zuverlässigen Beantwortung der ersten Fragen dient, die dem Arzt beim Vorkommen der betreffenden Tiere auftauchen. Hinweise auf die wichtigste Literatur geben ihm die Möglichkeit, tiefer in das Gebiet einzudringen. Die Merkblätter gehören nicht nur in die Hand jedes Arztes, sondern auch an die Bibliothek jeder Behörde, die mit der öffentlichen Gesundheitspflege zu tun hat.

K. E.

Entomologische Blätter für Biologie und Systematik der Käfer. Herausgegeben von Hans Goecke und Alfons Evers. 41.—44. Band, 1945—1948. Verlag von Goecke & Evers, 192 Seiten. Preis 16,— DM.

In alter Ausstattung sind die Entomologischen Blätter wieder erschienen, nachdem im Jahre 1941 ihr Erscheinen wegen der Kriegsverhältnisse eingestellt werden mußte. Eine Reihe namhafter Autoren kommen darin zu Wort. Alle Coleopterologen werden das Wiedererscheinen dieser ernsten Zeitschrift mit Freude begrüßen. Wir wünschen dem Verlag, daß er bald wieder seinen alten Stammkreis von Abonnenten um sich versammeln kann. K. E.

Bieling, Richard, Viruskrankheiten, I. Teil. Die Viruskrankheiten des Menschen. 3. Aufl. VIII, 152 Seiten. Arbeitsgemeinschaft Medizinischer Verlage. Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1949. Preis brosch. 6,40 DM.

Der Zweck des vorliegenden Buches ist, alles, was über die Viruskrankheiten des Menschen bekannt ist, kurz zusammenfassend darzustellen und den Arzt so in dieses verhältnismäßig junge und noch sehr ausbaufähige Gebiet der Medizin einzuführen. Wenn das Buch in einer entomologischen Zeitschrift besprochen wird, so deshalb, weil viele der Viruskrankheiten von Insekten übertragen werden, z. B. Gelbfieber und Dengue durch Stegomyen, Encephalomyelitiden durch Zecken oder Aëdes-Arten, Fleckfieber durch Kleiderläuse usw. Wahrscheinlich werden sich bei weiterer Forschung noch bei einer ganzen Reihe von Viruskrankheiten, deren Übertragungsart man noch nicht kennt, Insekten als Überträger herausstellen. Es ist erstaunlich, welche große Zahl von Krankheiten sich als durch Virus bedingt erwiesen haben und es ist zweifellos, daß ihre Zahl noch beträchtlich wachsen wird, zumal die Virus-Forschung immer intensivere Formen annimmt. So wird das Bielingsche Buch, dessen Darstellung sehr klar und straff gehalten ist für alle, die sich für dieses Arbeitsgebiet zu interessieren beginnen, ein hochwillkommenes erstes Hilfsmittel sein. Aber auch jeder Arzt hat heute die Pflicht, das Wichtigste über die Viruskrankheiten kennenzulernen und hierzu ist das Studium des vorliegenden Buches sehr geeignet. K. E.

Schmidt, Hans, Die tierischen Schädlinge des Holzes. Mit einem Vorwort von Franz Heske. 116 Seiten, mit 53 Abb. Verlag M. und H. Schaper, Hannover 1949. Preis brosch. 7,20 DM.

Die deutsche Holzbilanz steht, wie Heske im Vorwort ausführt, vor der Tatsache eines jährlichen Fehlbetrages von rund 30 Millionen fm, d. h. etwa der Hälfte des Bedarfes. Gelingt es nicht diese Lücke durch Holzeinfuhren zu decken, dann ist der Zusammenbruch des deutschen Waldes unvermeidlich. Unter diesen Umständen erlangen alle Möglichkeiten nachhaltiger Holzersparnis größte Bedeutung. Zu den wichtigsten Maßnahmen der Holzeinsparung gehört der Holzschutz. Welch große wirtschaftliche Bedeutung der Holzschutz hat, dafür möge ein Beispiel angeführt werden: Bei der Imprägnierung des Grubenholzes wurde für Deutschland eine Ersparnis von jährlich 30 Millionen Goldmark errechnet.

Bei dieser Bedeutung des Holzschutzes ist der Schmidtsche kurzgefaßte Leitfaden zur Erkennung und Bekämpfung der tierischen Schädlinge des Holzes sehr zu begrüßen. Er bildet die Niederschrift einer Vorlesung über tierische Holzschädlinge an der Universität Hamburg und ist auf den Wunsch seiner Hörer entstanden.

Nach einer kurzen allgemeinen Übersicht über die zoologischen Grundlagen der tierischen Holzschädlingskunde werden die einzelnen Arten nach ihren Merkmalen, ihrer Biologie, ihrer Schädlichkeit besprochen. Außer den Insekten werden auch die Bohrmuscheln, die Bohrassel und der Bohrflohkrebs behandelt. In einer Tabelle werden alle Holzschädlinge zusammengestellt nach Vorkommen und Schädlichkeit. Ein zwölfseitiges Literaturverzeichnis beschließt die Schrift. Auf 13 Tafeln werden die wichtigsten Schädlinge und einige Fraßbilder in Zeichnungen dargestellt. K. E.

Die Forstinsekten Mitteleuropas

Ein Lehr- und Handbuch in 5 Bänden

Von K. ESCHERICH

Dr. med. et phil., Dr. Dr. h. c., o. ö. Professor em. an der Universität München

Jetzt noch lieferbar:

Band III. Spezieller Teil. Zweite Abteilung.

Die Lepidopteroidea: Die „Schnabelhafte" (*Panorpatae*); die „Köcherfliegen" (*Trichoptera*); die „Schmetterlinge" I (*Lepidoptera* I): Allgemeines, Kleinschmetterlinge, Spanner und Eulen.

1931, 835 Seiten mit 605 Textabbildungen und 14 Farbtafeln (2250 g), Halbleinen geb. 51,30 DM.

Escherichs „Forstinsektenkunde" ist das grundlegende deutsche wissenschaftliche Werk über die forstliche Entomologie von zugleich internationaler Bedeutung, das systematisch die einzelnen Forstschädlinge und die Entstehung und Bekämpfung der Forstschäden behandelt.

Handbuch der Pflanzenkrankheiten

Begründet von PAUL SORAUER

Unter Mitarbeit zahlreicher Forscher herausgegeben von

Prof. Dr. h. c. Dr. O. APPEL
Geh. Reg.-Rat, Präsident i. R. der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem

Prof. Dr. H. BLUNCK
Institut für Pflanzenkrankheiten in Bonn

I. Band: **Die nichtparasitären und Viruskrankheiten**
1. Halbband, 6. Aufl. 1933. 592 S. m. 123 Textabb. (1570 g) Halbl. geb. 46,— DM
2. Halbband, 6. Aufl. 1934. 553 S. m. 147 Textabb. (1470 g) Halbl. geb. 44,— DM

II. Band: **Die pflanzlichen Parasiten** 1. Teil.
5. Aufl. 1928. 758 S. m. 125 Textabb. (2190 g) Halbl. geb. 48,60 DM

III. Band: **Die pflanzlichen Parasiten** 2. Teil.
5. Aufl. 1932. 948 S. m. 195 Textabb. (2750 g) Halbl. geb. 66,— DM

IV. Band: **Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen** 1. Teil.
5. Aufl. In zwei Lieferungen in Vorbereitung. Lieferung 1: Erscheint Januar 1950.
427 S m. 210 Textabb. Brosch. 45,— DM

V. Band: **Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen** 2. Teil.
5. Aufl. In Vorbereitung, erscheint voraussichtlich 1951

VI. Band: **Pflanzenschutz, Verhütung und Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten**
1. Halbband. 1939. 647 S. m. 63 Textabb. (1620 g) Halbl. geb. 46,— DM
2. Halbband. 1941. 740 S. m. 82 Textabb. (1600 g) leicht kart. 52,— DM

Jeder Band ist einzeln käuflich.

Das Werk ist das für die Bodenkultur als Handbuch der Pflanzenhygiene grundlegende und in der ganzen Welt maßgebende wissenschaftliche Standardwerk der Pflanzenkrankheiten und des Pflanzenschutzes. Es ist zugleich für die gesamte Weltliteratur das einzige umfassende Handbuch seines Gebietes, das für Jeden, der sich auf wissenschaftlicher Grundlage mit Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz beschäftigt, unentbehrlich ist.

Verlag Paul Parey in Berlin und Hamburg

Verantwortlicher Schriftleiter: Prof. Dr. Dr. h. c. Karl Escherich, (13b) München 19, Prinzenstraße 26. Weitere Mitarbeiter dieses Heftes: Gustav-Dietrich Kraemer, geb. 25. 11. 1925 in Berlin-Schöneberg; Randolph Riemschneider, geb. 17. 11. 1920 in Hamburg; Hellmuth Gäbler, geb. 22. 9. 1904 in Leipzig; Paul Blaszyk, geb. 21. 3. 1911 in Berlin; Waldemar Madel, geb. 27. 3. 1912 in Berlin-Pankow; Hans Georg Fiedler, geb. 27. 7. 1912 in Niederschönhausen; Hans Walter Frickhinger, geb. 18. 9. 1889 in Nördlingen.

Soeben erschien:

BRAUN-RIEHM

Krankheiten und Schädlinge der landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturpflanzen und ihre Bekämpfung

Für Praxis und Studium

6. Auflage

Bearbeitet von Prof. Dr. H. BRAUN,
Direktor des Instituts für Pflanzenkrankheiten der Universität Bonn

352 Seiten mit 243 Textabbildungen. Halbleinen gebunden 22,— DM, kartoniert 20,— DM.

Dieses Werk ist für Studierende als Lehrbuch und für den Praktiker als Nachschlagewerk das begehrteste auf dem Gebiet des landwirtschaftlichen und gärtnerischen Pflanzenschutzes. Die alles Wesentliche umfassende Darstellung erfährt in der nach einheitlichen Grundsätzen vorgenommenen Neubearbeitung auf Grund der letzten Erkenntnisse eine beachtenswerte Verbesserung und Erweiterung. Die Textabbildungen des erstklassig ausgestatteten Werkes wurden ebenfalls durch neue Vorlagen, insbesondere charakteristische Aufnahmen von Schadensbildern auf den modernsten Stand gebracht.

Noch lieferbar:

Krankheiten und Schädlinge im Obstbau und ihre Bekämpfung

Von Dr. W. KOTTE

2. neubearbeitete Auflage 1948. 337 Seiten mit 213 Textabbildungen und 8 farbigen Tafeln
kartoniert 24,— DM, Halbleinen gebunden 25,60 DM.

Krankheiten und Schädlinge im Gemüsebau und ihre Bekämpfung

Von Dr. W. KOTTE

1944. 252 Seiten mit 169 Textabbildungen und 8 farbigen Tafeln
Halbleinen gebunden 15,— DM.

Die Nonne in Ostpreußen (1933–1937)

(Monographien zur angewandten Entomologie Nr. 15)

Freilandstudien von Forstmeister Dr. G. WELLENSTEIN

1942. 682 Seiten mit 222 Textabbildungen, 7 Karten und 4 Farbtafeln
leicht kartoniert 32,— DM.

Verlag Paul Parey in Berlin und Hamburg

Verlag: Paul Parey, (1) Berlin SW 68, Lindenstraße 44-47. (US-Sector). Herausgeber: Geh. Reg.-Rat Professor Dr. Karl Escherich, München 19, Prinzenstr. 26. B 237 ISB Berlin. Printed in Germany. Druck: Hermann Beyer & Söhne (Beyer & Mann) Langensalza. Gen.-Nr.: KB/Z 024 — Erscheinungsweise: Jährlich 1 Band (4 Hefte)